This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

## Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

## About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at http://books.google.com/

Q
157
A47
1913

Altieri, Lorenzo

# ELEMENTA PHILOSOPHIÆ

*In Adolescentium usum*

EX PROBATIS AUCTORIBUS

*ADORNATA*

A F. LAURENTIO ALTIERI

MIN. CONV.

*In Patrio Ferrariensi Lyceo Sacræ Theologiæ Publico Professore.*

TOMUS SECUNDUS,

IN QUO TRADUNTUR

*PHYSICÆ GENERALIS ELEMENTA.*

Editio nona Veneta ab Auctore recognita, novisque additionibus illustrata.

VENETIIS,

M. DCC. XCIII.

TYPIS MODESTI FENZII

*SUPERIORUM PERMISSU.*

Q
151
.A47
1793

MU

# IN PHYSICAM
## PROŒMIUM.

1. DEfinitiones. Ea Philosophiæ pars, quæ rerum corporumque omnium in hoc universo existentium naturam, ac proprietates expendit, *Physica* appellatur a græca voce *Physin*, quæ *naturam* significat. Est itaque Physicæ munus rerum omnium, quæ mundi sensibilem constituunt compagem, principia, caussas, vires, actiones, effectus, adfectionesque inquirere, atque contemplari; hinc tam ampla Philosophiæ pars *naturæ scientia* dici consuevit, sumpto *naturæ* vocabulo pro universo ipsumque componentibus corporibus.

2. Physica, quæ Universum, sive corpora generatim considerat, *Physica Generalis* audit: *specialis* autem vel *particularis*, quæ universi partes, ac peculiares corporum species rimatur. Particularis Physica pro objectorum varietate diversa sortitur nomina: v.g. dicitur *Astronomia*, quæ cœlum, *Aerometria*, quæ aerem, *Anatomia*, quæ humanum corpus examinat.

3. Physica, vel puro raticionio absolvitur, ut Physica Scholasticorum, & speculativa vocitatur. Vel in rationis subsidium advocat experimenta, ac observationes, & *experimentalis* appellatur. Tandem, cum notas corporum vires ad humanos usus, vitæque emolumentum applicat, *practica* audit.

4. *Phænomenon* dicitur omne id, quod sensibus objicitur, nempe sunt phænomena actiones omnes, vel passiones, quas in corporibus ope sensuum detegimus.

5. *Experimenta* vocamus effectus a corporibus productos, cum eos tentandi caussa unum corpus ex industria alteri applicamus, veluti si magneti ferrum apposuero, magnetis attractionem ab experimento deducam.

6. *Obſervationes* dicuntur quicumque naturales effectus, qui noſtris oculis ſponte exhibentur, abſque eo quod ad eorum productionem quidquam operemur, ut cum Planetarum eclipſes, adhibitis etiam, ſi libuerit, inſtrumentis, exploramus.

7. *Naturæ leges* ſunt quædam regulæ a Supremo Opifice ſtabilitæ, juxta quas, datis certis conditionibus, debent determinata phænomena accidere.

## AXIOMATA PHYSICA.

8. I. *Ex nihilo nihil fit*: nempe nihil poteſt ullius rei eſſe cauſſa; hinc nullum agens creatum poteſt ex nihilo aliquid elicere.

II. *In nihilum nihil reverti poteſt*: nullum ſcilicet agens creatum quit rem ad nihilum deducere. Utrumque axioma complexus fuit Perſius (*verſiculo* 84.): *de nihilo nihil, in nihilum nil poſſe reverti*.

III. *Quilibet effectus pendet ab aliqua cauſſa*.

IV. *Quilibet effectus antequam exiſtat, continetur in ſua cauſſa, vel æquali, vel eminentiori modo*.

V. *Quilibet effectus eſt ſemper ſuæ cauſſæ adæquate proportionalis*.

VI. *Univerſi Conditor omnium rerum corporearum congeriem determinatis legibus moderatur*.

## REGULÆ PHILOSOPHANDI.

9. Univerſa philoſophandi ratio a quatuor legibus potiſſimum dependet: tres primas aſſignabimus ex Nevvtono, quarta ex Leibnitio.

10. Reg. I. *Cauſſæ rerum naturalium non plures admitti debent, quam quæ & veræ ſint, & phænomenis explicandis ſufficiant:* nempe, ut ait Calandrinus (*in Comment. ad principia Newt. lib.* 3): *Si velimus cum evidentia, ac certitudine philoſophari, omnes hypotheſes negligendæ nobis ſunt: hypotheſis enim, ſi legitima eſt, cauſſæ quidem poſſibilitatem, minime vero*

*exi-*

*exiſtentiam adſtruit, cum effectus idem pluribus modis produci poſſit.* Hoc autem non ita accipias, ut omnes prorſus hypotheſes ſint a Philoſophia eliminandæ: nam, ut idem ait Cl. Auctor: *Ubi certitudinis obtinendæ ab experimentis, & inde mathematica via procedendo ſpes, non effulget, hypotheſibus particularibus uti licet ad veritatem novis experimentis indagandam, quemadmodum Aſtronomi varias adhibuerunt hypotheſes, ut phænomena cœleſtia prædicere, & accuratius obſervare, atque ita veras eorum cauſſas conjectando inveſtigare poſſent.*

11. Reg. II. *Effectuum naturalium ejuſdem generis eædem ſunt cauſſæ.* Hæc Regula non eſt univerſaliter vera: nam, ut obſervat Orlandus (*in adnotationibus in phyſica Muſſchembroekii*), *eumdem effectum ex pluribus cauſſis oriri poſſe indubia res eſt: idem ex. gr. indicis horarii motus in horologio automato vel ab appenſo pondere, vel ab intus concluſo elatere, vel ab impetu diffluentis aquæ, vel ab aliis etiam cauſſis fieri poteſt.* Hinc, ad aſſignatæ nevvtonianæ regulæ indubiam veritatem hoc appoſuit additamentum Cl. P. Boſcovich: *modo ratio nulla in contrarium ſit, quæ plures diverſas cauſſas expoſcat.*

12. Reg. III. *Qualitates corporum, quæ intendi, & remitti nequeunt, quæque corporibus omnibus competunt, in quibus experimenta inſtituere licet, pro qualitatibus corporum univerſorum ſunt habendæ.* Ut hujus regulæ ſenſus rite intelligatur, diſtingui debent corporum qualitates, ſive proprietates, nempe *univerſales*, & *peculiares*; primæ ſunt, quæ omnibus omnino corporibus competunt, veluti *extenſio*, *figura*, *diviſibilitas*, *mobilitas &c.* Secundæ ſunt, quæ nonnullis tantummodo corporibus conveniunt, veluti *pelluciditas*, *opacitas*, *calor*, *frigus &c.* Rurſus univerſales adfectiones corporum aliæ ſunt *eſſentiales*, ideſt a corpore inſeparabiles, ut *figura*, *extenſio*, *diviſibilitas &c.* aliæ *accidentales*: ſine quibus eſſe poteſt corpus; ut *poroſitas*, *gra-*

*vitas &c.* Itaque, cum omnia nobis nota corpora certas qualitates habere per experimenta novimus: insuper hæ detectæ qualitates incrementi, ac decrementi, sive intensionis, ac remissionis sint incapaces, ubi eadem perstet materia, habendæ erunt pro essentialibus, ac propterea pro universalibus corporum proprietatibus. Si tamen qualitates omnibus quidem nobis notis corporibus conveniant, intendi tamen, ac remitti possint in eadem materia pro diversis circumstantiis, veluti gravitas, elasticitas, porositas &c., erunt quidem habendæ pro universalibus, non tamen pro essentialibus, sed pro accidentalibus. Hoc sensu explicata nevvtoniana lex & Physicæ maximo usui esse poterit, & facili negotio eximetur a scrupulis, quos in ejus veritatem movet Celestinus Cominales (*in* 2 *parte Antinewtonianismi cap.* 2).

13. Reg. IV. *Quidquid existit, illud cognoscit rationem sufficientem suæ existentiæ: & cur ita, potius, quam aliter existat.* Hac utemur regula ad eas effectuum caussas stabiliendas, in quibus proportio, ac virtus ad tales effectus appareat.

# PHYSICÆ GENERALIS.

## PARS I.

### *De Corpore generatim sumpto, ejusque Principiis, & Adfectionibus.*

14. CUM *primum videndum unicuique esse an sit, deinde vero quid sit*, optime doceat D. Augustinus, necesse foret in ipso Physicæ vestibulo corporum existentiam adversus Idealistas stabilire, antequam ad eorum naturam, principia, & adfectiones evolvendas accedamus. Verum quia corporum existentia fuit a nobis alibi vindicata (*Logic. n.* 195): idcirco ea supposita ad corporum examen transeuntes, Generalem Physicam in duas partes tribuimus, in quarum prima de corporibus essentia, principiis, ac universa-

versalibus adfectionibus, in altera vero de gravium tum fluidorum, tum solidorum motu disputabimus.

## CAPUT I.

### *De Essentia physici Corporis generatim sumpti.*

15. D*Efinitiones*. *Corpus physicum* est substantia natura sua impenetrabilis, extensa in longum, latum, & profundum, figurata, divisibilis, iners, ac mobilis.

16. *Scholion. Latum discrimen statuendum est inter corpus physicum, ac mathematicum: nam hoc secundum dicit puram vacuam dimensionem in longum, latum profundum ( Geom. n. 13 ): primum vero importat dimensionem impenetrabilem, sive resistentem, ac in partes actu divisibilem, & mobilem, quibus adfectionibus caret corpus mathematicum.*

17. *Essentia* est id, per quod res est id, quod est (*Ontol. n.* 26), sive illud primitivum attributum, quod in ente concipitur tamquam fons, ex quo cætera, quæ ipsi conveniunt, diffluere intelliguntur.

18. *Animadversio*. Inter Physicos quæstio vertit: in quonam attributo physici corporis essentia sit statuenda: sive quodnam sit illud attributum, quod primum accipimus in corpore tamquam radicem, ex qua dimnant cæteræ omnes corporis essentiales adfectiones (*n.* 17).

### *Opiniones Philosophorum.*

19. *Renatus Cartesius de corporum essentia hæc habet* (Part. 2 Princ. n. 4): naturam materiæ, sive corporis in universum spectati non consistere in eo, quod sit res dura, vel ponderosa, vel colorata, vel alio aliquo modo sensus afficiens; sed tantum in eo, quod sit res extensa in longum, latum, & profundum. *Gassendus cum Athomistarum schola corporis naturam in soliditate, sive impenetrabilitate statuendam.*

 *endam.*

*endam esse contendit, quam opinionem & Scholastici plures amplexi sunt. Alii in partium pluralitate, sive divisibilitate eam collocarunt. Alii tandem in aliis attributis, vel in quorumdam attributorum exigentia, puta in exigentia impenetrabilitatis, aut extensionis &c.*

PROPOSITIO I. *Corporis physici essentia constituenda non est in actuali extensione, sive trina dimensione.*

20. *Probatur*. Essentia uniuscujusque rei debet omnibus, ac solis ejus individuis convenire (*Logic. n.* 68, & 69): atqui trina dimensio nec omnibus, nec solis convenit corporibus, ergo &c. Pr. min. Primo incertum est, utrum corporea zenonistica puncta inextensa habeantur in rerum natura, ergo incertum quoque est, num extensio competat corporibus. Secundum incertum est num corpus actuali extensione carere possit, non enim desunt, qui Christi corpori sub eucharisticis speciebus existenti omnem actualem extensionem denegant, ergo extensio absque controversia non omni physico corpori convenit. Sed neque convenit solis corporibus: nam spatium, quod juxta Recentiores pene omnes existit, vel saltem existere potest, est extensum, neque tamen est corpus, ergo &c.

21. Pr. 2. Essentia rei est id, quod primum concipitur in ipsa tamquam fons, ex quo cætera, quæ rei constanter conveniunt, difluere intelliguntur (*n.* 17), sed extensio non est primum corporis attributum, cum ideo corpus extensum sit, quia ejus partes, utpote solidæ, nequeunt in unum spatii punctum coire, adeoque extensio est soliditatis effectus. Similiter non est fons, unde alia attributa difluant: nam soliditas, inertia, mobilitas, gravitas nihil commune habent cum extensione, nullamque præseferunt cum ipsa connexionem, ergo trina dimensio respectu physici corporis non habet veræ essentiæ characteres.

22. *Co-*

22. *Corollarium*. Diviſibilitas non eſt eſſentia phyſici corporis: tum quia certo non conſtat omnia corpora eſſe diviſibilia (*n.* 20): tum quia diviſibilitas profluit ab extenſione.

*Audiuntur Carteſiani.*

23. Opp. 1. Quo poſito intelligitur corpus, quo ſublato corpus non amplius intelligitur, eſt eſſentia ipſius corporis: atqui talis eſt extenſio, ergo &c. Minorem probant tum ex idea, quam habemus de corpore, quæ eſt idea dimenſionis; ea enim ſublata ceſſat notio corporis: tum a teſtimonio D. Auguſtini in lib. de anima n. 6, alias cap. 4.

24. R. diſtinguo min. talis extenſio &c. ſi loquamur de corpore mathematico, concedo: ſi loquamur de corpore phyſico, nego min. & conſeq. Intelligunt enim extenſionem ſine corpore phyſico, qui vacuum admittunt, & corpus ſine extenſione, qui puncta zenoniſtica agnoſcunt (*n.* 20). Cæterum cum omnis notitia, quam habemus de corpore phyſico, fuerit a nobis ſenſuum ope acquiſita: ſenſibus autem nonniſi extenſa objiciantur, ratio patet cur difficulter corpus ſine extenſione, ac extenſionem ſine corpore concipiamus. Itaque concedemus argumentum de idea corporis ſenſibili, ad quam reſpexit laudatus Auguſtinus. Interim notare libet ex hoc nihil moliri Carteſianos; poſſet enim eodem jure conſtitui eſſentia corporis in diviſibilitate, figurabilitate, ſoliditate, cæteriſque eſſentialibus adfectionibus, cum his ſublatis ceſſet in nobis corporis idea (*n.* 12).

25. Opp. Illud attributum eſt eſſentia corporis, per quod corpus a ſpiritu differt: at talis eſt extenſio, ergo &c. Prob. min. Spiritus eſt ſubſtantia cogitans, ac propterea cujuslibet extenſionis expers (*Metaph. n.* 165): ergo per extenſionem corpus differt a Spiritu.

26. R. diſt. maj. ſi hoc attributum habeat veræ eſſentiæ characteres conc. ſecus nego &c. Etiam per ſoliditatem, figuram, diviſibilitatem,

cæterasque essentiales adfectiones corpus a spiritu discriminatur, quia nempe sunt hæc primaria attributa corporis quæ spiritui convenire nequeunt.

27. Opp. 3 P. Gerdillus ( *Immortalité de l'ame p.* 4 ). Extensio est primum materiæ attributum, unde omnes adfectiones ejus dimanant, ergo est ejus essentia (*n.* 17). Prob. ant. primo de soliditate. Nequit idem corpus esse in eo loco, in quo aliud existit, quia est de idea corporis implere locum suæ superficiei æqualem, sive commensurari loco, quem occupat: atqui corpus loco commensuratur ratione suæ extensionis, ergo est impenetrabile ratione extensionis. Revera, si pes cubicus materiæ loco commensurari debet, proculdubio nequit idem locus ab altero simul pede materiei cubico occupari, tunc enim duo pedes materiæ cubici efficerent unum tantummodo pedem, quod implicat. Igitur impenetrabilitas ab extensione dimanant. Similiter partium distinctio est ab extensione: nam in extenso concipere possum sphæram, quæ ibi est, distinctam a superficie ambiente; hinc divisibilitas diffluit, figura, ac mobilitas, cum sphæra quam in cubo concipio, mihi exhiberi nequeat, quin circa suos axes revolvi posse evidenter cognoscam. Igitur extensio est radix omnium primitivarum materiæ proprietatum, adeoque est essentia corporis.

28. R. nego ant. ad cujus probationem quamvis fateamur pene omnes indicatas a Gerdillo materiæ adfectiones ab extensione proficisci, id tamen de soliditate omnino negamus ( *n.* 21 ). Quæro enim ab adversario: cur de idea corporis sit, loco, quem occupat, commensurari, sive implere locum suo volumini æqualem. Non alia sane de caussa, nisi quia partes exigunt esse extra partes. At quare id exigunt? certe quia, utpote solidæ, ab eodem loco se repellunt. Est ergo evidens extensionem profluere a soliditate, atque ex hac fit, ut duo pedes ma-

teriæ cubici nequeant unum ſpatii pedem occupare, quia tunc partes utriuſque pedis non ſe excluderent, ſicuti exigit impenetrabilitas. Sunt & aliæ corporum adfectiones, puta *inertia*, *gravitas*, *quieſcibilitas* &c. quæ nullam præſeferunt cum extenſione connexionem. At ab ea, ſi forent corporis eſſentia, neceſſario dimanare deberent; quemadmodum, inquit Muſchembroekius, ex natura trianguli, & circuli fluunt omnes harum figurarum proprietates. Ex quo igitur una, vel altera adfectio extenſionem conſequatur, inferri nequit eam conſtituere eſſentiam corporis; quæ radix eſſe debet proprietatum omnium, nulla prorſus excepta.

PROPOSITIO II. *Actualis Impenetrabilitas non eſt vera phyſici corporis eſſentia.*

29. *Probatur*. Nam eſſentia rei eſt ita ipſius propria, ut nequeat illa privari: at corpora phyſica poſſunt ad Dei nutum compenetrari, adeoque impenetrabilitate expoliari, ergo &c. Deinde nulla apparet connexio plurium corporum adfectionum, puta inertiæ, gravitatis &c. cum impenetrabilitate, a qua tamen, veluti a fonte diffluerent, ſi foret vera eſſentia corporis, ergo &c.

PROPOSITIO III. *Exigentia Impenetrabilitatis non conſtituit phyſici corporis naturam.*

30. *Probatur*. Primo: inauditum eſt alicujus rei actu exiſtentis naturam non in actuali attributo, ſed in quadam attributi exigentia conſiſtere. Deinde hæc exigentia nihil aliud eſt, quam niſus, atque conatus occupandi locum impenetrabiliter: ſed hic niſus, conatusque ſubjectum ſupponit, quod niſum exerceat, ſive corpus ſupponit in eſſe corporis conſtitutum; ergo non eſt ejus eſſentia. Tandem numquam oſtendent adverſarii omnes nobis notas corporis adfectiones ab ejus ſoliditate diffluere.

*Solvuntur Objecta.*

31. Opponit Fortunatus a Brixia: (*Phil. ſenſ.*

[illegible] solis
[illegible] erit

[illegible] conſe-
[illegible] at-
[illegible] cas,
[illegible] iunt
[illegible] ſunt

[illegible] dice
[illegible] &c.
[illegible] adſte-
[illegible] quæ
[illegible] con-

[illegible] gene-
[illegible] ſura
[illegible] ergo
[illegible] tate

[illegible] pro-
[illegible] *litas*
[illegible] ſoli-

[illegible] entia
[illegible] num,
[illegible] Addit
[illegible] experien-
[illegible] corporis
[illegible] minare
[illegible] eſ-
[illegible] circuli
[illegible] rum a
[illegible] orum
[illegible] præ-
[illegible] prio-
[illegible] per
[illegible] eſſe-
[illegible] cor-
[illegible] de-
[illegible] eo-
[illegible] um

rum fons, sive existentia; siquidem adfectionum plures possunt nobis innotescere a posteriori, sive a suis effectibus, & phænomenis inde prodeuntibus. Hoc certe tantummodo argumentandi genere, quæ novimus attributa corporis, detegerunt Philosophi.

## CAPUT II.

### *De Corporum naturalium Principiis*.

38. DEfinitiones. *Principii* nomine intelligimus partes, sive elementa, quæ rem intrinsece componunt, quo sensu acceptum principium dici solet *principium compositionis*.

39. Cum singula universi corpora partibus aliquo modo componantur, propterea vocantur a physicis *composita naturalia*.

40. Partes componentes rem quampiam, vel ejus constituunt essentiam, veluti anima, & corpus constituunt essentiam hominis, & dicuntur partes *essentiales*, vel constituunt accidentalia corporis, puta *magnitudinem figuram &c.* & vocantur partes *integrales*. Rursus, vel ejusdem naturæ sunt, & appellantur *homogeneæ*: vel diversa præditæ sunt natura, & dicuntur *heterogeneæ*.

41. *Creatio* est eductio rei ex nihilo tum certi, tum præexistentis subjecti. *Annihilatio* ex adverso est destructio rei in nihilum.

42. *Generatio* fit, cum ex uno naturali composito aliud plane diversum producitur; veluti cum ex ligno ignis producitur. *Corruptio* ex adverso fit, cum compositum destituitur, ac mutatur in aliud, sive una substantia in aliam transit.

43. *Alteratio* habetur, cum manente eadem substantia fit mutatio accidentium, ut si eadem aqua fiat calida, vel frigida, idem lignum fiat sphæricum, vel cubicum.

44. *Hypoth.* Quodlibet corpus duobus componi debet principiis. Si enim uno tantum componere-

tur

[illegible] rea-
[illegible] nim:
[illegible] em:
[illegible] an-
[illegible] nihi-
[illegible] rea-
[illegible] nihi-
[illegible] er-
[illegible] pti-
[illegible] iud
[illegible] une
[illegible] es,
[illegible] dum.
[illegible] duo,
[illegible] pti-
[illegible] ibus
[illegible] tum,
[illegible] on-
[illegible] cipii.

*[illegible] ariis*
*[illegible] sses*
*[illegible] quæ*
*[illegible] entis*
*[illegible] ſive*
*[illegible] ipia*
*[illegible] cor-*
*[illegible]*

*[illegible] enta*
*[illegible] endi*
*[illegible] gene*
*[illegible] pia,*
*[illegible] eus*
*[illegible] ani.*
*[illegible] ma.*
*[illegible] cor-*
*[illegible] eis,*
*[illegible]*

*veluti exemplaribus exactissime responderent.* Ita Platonis mentem exponunt benigniores ejus interpretes, eumque vindicant a calumniis Aristotelis, qui per ideas platonicas entitatulas intellexit a mente Dei distinctas (lib. 1 Metaphys. cap. 6): quamvis non desint, qui Aristoteli omnem volunt in hac re fidem habendam, quos inter Bruckerius (in Hist. phil. doctr. de ideis sec. 4, ad §. 5).

47. *Pythagoras quoque tria distinxit elementa corporum,* Deum, materiam, & numeros. *Deus nempe est principium extrinsecum, sive caussa, quæ materiæ massam creavit, pro cujus vario numero, sive varia relatione, situ, proportione, multitudine, ac ordine fiunt diversæ corporum species.*

48. *Tandem Aristoteles, ejusque asseclæ Peripatetici tria docent esse materiæ principia* materiam, formam, & privationem. *Materia prima ab Aristotele* (lib. 7 Metaph. cap. 8.) *definitur* per seipsam neque quid, neque quale, neque quantum, nec aliud quidpiam eorum, quibus determinatur ens: *nempe interpretantur ejus gregales: materiam esse* semi substantiam *nulla forma præditam, nec ad ullam rerum speciem spectare, sed esse primum subjectum capax formarum, & mutationum omnium, ad quas successive transit. Forma vero ab eodem Aristotele definitur* actus primus substantialis unum per se cum materia constituens: *scilicet quædam* semisubstantia *a materia omnino distincta, quæ ab ejus sinu educitur, in ipsa recipitur, eam ad unam determinat corporis speciem, & cum ea unum efficit compositum substantiale ab aliis diversa forma donatis essentialiter distinctum.*

49. *Nunc accipe, quomodo fiat compositi naturalis generatio: in ligno v. g. duo sunt principia, sive duæ* semi-substantiæ, *quæ integram componunt ligni substantiam; nempe materia, (quæ omni forma numquam expoliari naturæ viribus potest) & forma ligni. Si ligno ignis applicetur,*

*applicetur*, *nullum quidem recipit detrimentum materia*, *quæ est ingenerabilis*, *&* *incorruptibilis*: *sed forma paullatim tabescit*, *atque corrumpitur*: *interim sensim succedit forma ignis a materia educta*, *sicque exurgit novum compositum*, *in cujus* generatione *cum materia transeat a negatione formæ ignis ad ipsam recipiendam*; *hinc tertium admisit Aristoteles principium*, *nempe* privationem, *non quatenus privatio componat*, *corpora*, *sed quatenus in eorum productione necessario intervenit*: *hinc* materiam, *&* formam *Peripatetici vocant principia corporis* in facto esse: materiam, formam, *ac* privationem *principia corporis* in fieri. *Præter substantiales formas agnoscunt Scholastici accidentia*, *sive qualitates absolutas accidentales*, *veluti entitatulas a corporibus separabiles*, *iisque superadditas*: *hujusmodi sunt* calor, frigus, fluiditas, gravitas &c.

*Systemata Principiorum Sensibilium.*

50. *Nullum inter veteres Philosophos communius systema*, *quam*, *quod pro corporum materia principia statuit sensibilia*, *licet in eorum numero*, *&* *natura assignandis dissentirent scholarum Principes*. *Nam ex sola aqua componi corpora censuit Thales Milesius*; *ex terra vero Pherecydes Syrus*. *Ignem commune corporum elementum dixit Heraclitus*, *aerem Anaximenes cum Diogene Apollinate*. *Alii vero duo*, *vel etiam omnia vulgaria elementa pro materia corporum propugnarunt*. *Nam Xenophanes terram simul cum aqua*: *Hyppon ignem*, *&* *aquam*. *Enipodes ignem*, *&* *aerem*. *Archelaus terram*, *aquam*, *&* *aerem*. *Zeno*, *&* Empedocles, *cum Stoicis quatuor simul elementa terram*, *aquam*, *aerem*, *&* *ignem principiorum loco posuerunt*, *unde* Elementaristæ *dicti fuere*, *quorum systema nostra ætate amplexi sunt Maignanus*, *Honoratus Fabri*, *&* *Petrus Pace*.

51. *Nobiliora sensibilia principia agnoscit agmen* Chymicorum, *qui etiam* Alchimistæ, Empirici,

Herme-

Hermetici, & Spargirici *alio nomine nuncupantur, Recentiorum etiam laboribus, & suffragiis honestati. Contendunt porro Alchimistæ singula mixta perfecta ex quinque substantiis tamquam materia coalescere, quorum nomina sunt* mercurius, sulphur, & sal, *quæ principia* activa; flegma, *sive* aqua, & caput mortuum, *sive* terra damnata, *quæ principia* passiva *judicantur*; *in hæc enim omnia abire corpus quodcumque, cum ignis ope resolvitur, experti sunt Chimici.*

52. *Nomine* mercurii *intelligunt Alchymistæ subtilissimam, vividissimamque substantiam aqua intestini corporum motus oriuntur.* Sulphur *est substantia quædam pinguis, & oleaginosa, per se primo odora, a qua corpus recipit esse inflammabile.* Sal *est corpus rigidum, per se primo sapidum, & aqua solubile, a quo multiplex saporum genus originem habet.* Aqua *est substantia fluida, maxime humida, inodora, insipida, ac prorsus iners. Tandem* caput mortuum *est substantia crassa, arida, fixa, insipida, ac prorsus iners. Hæc ergo elementa sunt cujuscumque mixti materia; ex diversis autem horum elementorum quantitate, plexu ac commixtione tota oritur corporum varietas, sive specierum, ac qualitatum diversitas.*

## *Systemata Principiorum Mechanicorum.*

53. *Ut a Veteribus ordiamur, celebris est* Panspermia, *vel* Homeomeria *Anaxagoræ, quam elegantissime descripsit Lucretius* ( de rerum nat. l. 1.). *In hoc porro systemate corpora quælibet ex similaribus particulis componuntur: nempe singulæ rerum species ex ejusdem speciei propriis elementis augmentantur: v.g. ossa fiunt ex minutis ossibus: sanguis ex coeuntibus sanguinis guttis: aurum ex aureis micis &c. Harum similarium partium semina in omnibus corporibus recondi finxit Anaxagoras, v.g. in pane ossium, sanguinis &c. similares particulæ veluti semina reperiuntur: hinc particularum similitudo* homeomeria;

em-

*omnium vero disseminatio per quælibet corpora* Panspermia *ab ipso vocabatur*.

54. *Sed longe illustrius est systema* corpusculare, *sive* athomisticum, *quod a Mosco, ut ajunt, Phœnicio multo ante trojana tempora excogitatum, Pythagoræ, Thaletis, Platonis, Leucippi, Democriti, & Epicuri scholas occupavit; nostrisque temporibus Gassendi labore castigatum, pene innumeros nactum fuit sectatores. Duo sunt in hac theoria rerum principia, scilicet* plenum, & vacuum. *Plenum accipitur pro athomis, sive corpusculis insecabilibus ob ingentem eorum duritiem. Hæ athomi juxta veteres sunt infinitæ, æternæ, improductæ, ac fortuita mundi caussa; juxta Recentiores autem sunt numero finitæ, a Deo in tempore productæ, natura homogeneæ, figura, ac magnitudine inter se diversæ. Ex earum multiplici combinatione oriuntur diversæ corporum species, unde* mens, mensura, quies, motus, positura, figura, sunt cum materia cunctarum exordia rerum. *Confert etiam plurimum ad corporum varietatem vacuum, quod propugnant Athomistæ, non tamquam principium intrinsecum corporis, sed veluti necessarium ad diversas corporum adfectiones explicandas*.

55. *Huic systemati adhæsit Isaacus Nevvtonus: qui durissimis materiæ corpusculis tres vires adscribit, veluti necessarias ad universi explicanda phænomena: nempe vim* inertiæ, *qua materia nititur suum statum servare, nisi a viribus impressis illum mutare cogatur: vim* attractionis, *qua corpora ad certam distantiam se mutuo petunt: & vim* repellentem, *qua corpora, aucta distantia, se mutuo fugiunt*.

56. *Nova quædam excogitavit mechanicæ principia Renatus Cartesius, qui universi elementa voluit esse* materiam, motum & figuram. *Pro materia autem tria sibi confinxit principia, nempe* materiam subtilem, ramenta, & globulos, *quorum genesim ut intelligas res altius repetenda est. Omnis mundana materia, si Cartesium audias*,

dius, fuit initio a Deo creata, ac diviſa in particulas, præterpropter æquales, magnitudine mediocres ac figura cubicas, eisque motum illum impertitus eſt Deus, qui adhuc in mundo perſeverat, (putat enim hic auctor eandem ſemper motus quantitatem in mundo perſeverare.) Hæ igitur particulæ in varia tendentes, quosdam veluti vortices circumrotatos conſtituerunt: cumque ſingulæ tum circa proprium axem, tum communi vorticis motu agitarentur, invicem occurrentium particularum anguli confracti, ac contriti ſunt, factumque fuit in hac angulorum attritione, ut ipsæ particulæ prius cubicæ evaderent ſphæricæ, tum deciderent ramenta craſſiora, & particulæ omnium minimæ, ſive ſubtilis materia. Vorticum centra occupavit ſubtilis materia, in quibus veluti totidem ſoles efformavit; craſſa vero planetas conſtituit. Cætera ſuis in locis explicabuntur.

57. Tandem de inextenſorum elementorum Patronis aliquid dicamus. Inter veteres Zeno elementa materiæ docuit eſſe inextenſas, ac indiviſibiles particulas, veluti puncta geometrica; cujus opinionem in lucem revocarunt Leibnitius, VVolphius, ac Boſchovichius, licet in earum definiendis adfectionibus non omnino conſpirent. Leibnitius ergo, ac VVolphius mundum componi ajunt ex monadibus, nempe ex ſimplicibus ſubſtantiis quadam activa vi animatis. Hæ monades in alias ſolvi nequeunt, non ſunt extenſæ, nec figuratæ, nec magnæ, nullum occupant ſpatium, nulloque inteſtino motu poſſunt agitari. Sunt etiam inter ſe prorſus diſſimiles, adeout neque per Dei omnipotentiam poſſit unum elementum eſſe alteri perfecte ſimile, ut fert celebre Vuolphianum principium dictum indiſcernibilium, juxta quod impoſſibilia abſolute ſunt perfecte ſimilia. Atque hi characteres ſubſtantiis ſimplicibus convenire neceſſario debent, ut in ipſis contineri poſſint ultimæ rationes ſufficientes earum omnium, quæ in corporibus deprehenduntur. Harum monadum natura, ac eſſentia vi activa, & anima continetur.

*tur ratione cujus corpusculum quodlibet est id quod est, ac ab alio discernitur. Tandem, ut alia omittam, de quibus infra opportunius: quodlibet vacuum in hac cosmogonia a rerum universitate proscribitur, cum omnia monadibus repleantur.*

58. P. *Rogerius Boscovich materiæ elementa docet esse puncta quædam simplicia, & inextensa, homogenea tamen, ac in omnibus similia, in quibus nec figura, nec magnitudo locum habent. Hæc elementa prædita sunt viribus quibusdam ipsa determinantibus ad accessum, vel recessum, sive viribus attractivis, & repulsivis, attractivis quidem in magnis distantiis, repulsivis autem in minimis, quarum virium legem exponit per curvam regularem, cujus abscissæ exprimant distantiam duorum punctorum, & ordinatæ vires repulsivas, & attractivas, prout jacuerint ad unam; vel ad aliam axis partem. Quia vero decrescente in infinitum distantia elementorum, in infinitum augetur vis repellens; hinc mathematicus corporum contactus per Boscovichium est omnino impossibilis, tantumque* physicus, *sive* apparens *est admittendus. Igitur puncta corpus componentia aliquo semper intervallo distant per extensum spatium, propterea, etsi inextensa, corpus tamen extensum constituunt ratione extensi spatii, per quod disposita sunt. Tandem, ut cætera prætercam, ex viribus per vices agentibus in variis attractionis, & repulsionis limitibus corporum oriuntur cohærentia, fluiditas, aliæque adfectiones*

PROPOSITIO I. *Prima corporum sensibilium materies in particulis extensis, solidis, diversà figura, ac magnitudine præditis, exilissimis, homogeneis, & naturaliter insecabilibus collocanda est.*

59. *Probatur* per singulas partes. Nam primo particulas materiæ esse debere extensas, ac solidas nemo arbitror negaturum, qui animadverterit materiæ primarias adfectiones esse extensionem,

nem, ac, ſoliditatem, ideo enim quodcumque nobis notum corpus extenſum, ac ſolidum eſt, quia eſt materiale: ſicuti ex adverſo ſpiritus eſt penetrabilis, ac inextenſus, quia materia caret. Sunt igitur extenſio, ac ſoliditas attributa materiæ neceſſario adnexa. Deinde, ſi omnia nobis nota corpora ſunt extenſa, ac ſolida, etiam ipſorum elementa extenſa erunt, ac ſolida: neque enim ex inextenſis, & penetrabilibus componi queunt extenſa, & impenetrabilia; alias etiam ex ſpiritibus tamquam partibus conſtitui poſſent compoſita extenſa, ac ſolida. Sunt igitur primigeniæ materiei particulæ extenſæ, & ſolidæ.

60. Diverſa autem eſſe debere particularum materiei figuram, & magnitudinem, contra ac nonnulli arbitrantur, licet certo nequeat demonſtrari, cum ope microſcopiorum ad ultima elementa pertingere non poſſimus, videtur tamen conjecturali argumento admodum conſentaneum. Nam moleculæ, quæ ex minimis elementis coagmentantur, variam præſeferunt figuram, & magnitudinem, ut apparet in particulis ſanguinis, ſalium, metallorum, aliorumque mixtorum microſcopii beneficio conſpectis: quod etiam experientia confirmat, qua novimus idem vas aquæ particulis per ſuos poros aditum permittere, prohibere autem aeris moleculis, quæ probabiliter ſunt primis ſubtiliores, quod certe non explicabis, niſi conceſſa moleculis diverſa figura. Igitur etiam elementorum moleculas componentium varia erit figura, & magnitudo. Adde, poſita elementorum, quoad figuram, & magnitudinem perfecta ſimilitudine, non tam facile intelligi poſſe tantam corporum varietatem, quanta in adſpectabili mundo nobis exhibetur.

61. Sunt etiam prima elementa materiæ exiliſſima. Nam corpora plurima artis, & naturæ vi in particulas dividi poſſunt admirandæ ſubtilitatis, quod infra pluribus oſtendetur.

62. Rurſus primigeniæ particulæ ſunt homo-

geneæ,

geneæ, idest ejusdem indolis, ac naturæ: sive clarius, omnes extensæ, solidæ, firmæ, & insecabiles. Id autem ex eo fit manifestum, quod omnia nobis nota corpuscula in hoc sensu homogenea sunt: ut quid ergo id negandum erit de elementis hæc sensibilia corpuscula constituentibus? Revera: si forent heterogenea materiæ elementa, talia forent in sensu Leibnitii, ac VVolphii: at per hos Philosophos elementa nullam extensionem habent, nec figuram, nec magnitudinem ( *n.* 57 ): quomodo ergo dissimilia sunt? An quia diversas habent qualitates, ut ait Leibnitius (*pr ncip. Philos. p.* 2.)? Sed quænam, amabo, erunt hæ qualitates? Motus ne, resistentia, calor &c.? At hæ supponunt extensionem corpoream: cogitatio, volitio &c. Hæ supponunt substantiam spiritualem ( *metaph. n.* 165, & *seq.*): ad neutram autem spectant monades. Insuper fatente VVolphio (*Cosmolog. ad* §. 127), quæcunque in corporibus contingat mutatio, pendet a figura, magnitudine, & situ partium: sed ad has subeundas mutationes necessaria non est essentialis elementorum dissimilitudo; sunt ergo elementa quoad propriam essentiam, sive internam constitutivam formam homogenea.

63. Tandem materiæ particulæ sunt durissimæ, & insecabiles; nempe, inquit Nevvtonus (*Chem. l.* 1. *p.* 36.): „ particulæ primigeniæ plane solidæ, longeque duriores sunt, quam ulla corpora „ ex iisdem deinceps cum occultis interjectis „ mentibus composita, imo tam perfecte duræ, „ ut nec deteri possint unquam, nec comminui, nec adeo ulla in consueto naturæ cursu „ vis sit, quæ id in plures partes dividere queat, „ quod Deus ipse in prima rerum fabricatione „ unum fecerit. Tandiu dum particulæ illæ in„ tegræ permanent, poterunt sane per omnia „ sæcula ex iis composita esse corpora ejusdem „ semper naturæ, & texturæ. Verum, si illæ „ deteri, aut comminui possent, jam futurum

„ sane

„ sane esset, ut rerum natura quæ ex iis pen„ det, immutaretur. Aqua, & terra ex particulis „ imminutis, & detritis, particularumque fra„ gmentis compositæ non utique eandem hodie „ naturam, texturamque haberent.“ Quam quidem rationem hoc exemplo illustrat Musschembroekius (*Phys. c.* 2, §. 26): capiatur marmor in majusculum pulverem tritum, aliud subtilius tusum, aliud subtilissime: æquales horum pulverum massæ cum liquefacta cera seorsim misceantur; induratæ frigore tres messæ diversam firmitatem habebunt. Dum itaque corpora omnia, quæ per tot millenos annos ex dissolutis regenerantur, eandem firmitatem, easdem proprietates habeant, quas ante centenos annos, dicendum necessario est particulas materiei primigenias durissimas, & insecabiles esse.

*Solvuntur contraria argumenta.*

64. Opp. 1. Peripatetici. Materia prima est ens substantialiter incompletum, quod a forma recipit substantiale complementum: rursus est ens simplex, & pura potentia: sed corpuscula sunt substantialiter completa, sunt composita, sunt actu adfectionibus prædita, ergo in his statui nequit prima corporum materia.

65. R. Materiam primam esse incompletam, simplicem, puram potentiam in hoc sensu, quatenus ad nullam combinationem compositorum propriam de se determinata est, sed ad quamlibet indifferens, unde caret adfectionibus, quæ compositis competunt, quæque a diverso particularum nexu pendent; a forma vero, idest a mechanicis adfectionibus, sive a diversa combinatione ad hoc, illudque mixtum efformandum determinatur. Hæc est vera materiei notio; non enim *semel substantia* est in sensu Scholasticorum, quorum figmentis nunquam adhærebimus, quousque characteres, quos materiæ adscribunt, non tamquam certos assumant, sed invicte probent, quod præstabunt nunquam.

66. Opp.

66. Opp. 2 Leibnitiani contra particularum extensionem. Primordia rerum vel simplicia sunt, vel composita: hoc secundum repugnat, ergo sunt simplicia: sed quod simplex est, caret partibus (*Metaph. n. 8.*): ergo primordia rerum sunt inextensa.

67. R. Rerum primordia esse quidem simplicia, non tamen inextensa. Siquidem unum simplex est, quod partes non habet realiter distinctas, & separabiles ( *Ontol. n. 8.* ): unum verò compositum, quod partes habet distinctas, & separabiles. Hoc autem non impedit, quominus primordia rerum partes habeant, quas mens distinguit: nam partes ratione tantum distinctæ non habent distinctam essentiam, sicuti partes physice separabiles; unde partes ratione distinctæ non opponuntur entis simplicitati, quæ consistere intelligitur, eo ipso, quo entis essentialia, & attributa ita juxta sint, ut in unam essentiam, atque naturam confluant. Itaque materiæ corpuscula dicimus simplicia, quatenus quodlibet corpusculum in omnibus suis partibus mente tantum assignabilibus est ejusdem naturæ, non quatenus sit inextensum, ac partibus omnino expers.

68. Inst. Si primordia rerum simplicia partes habent mente assignabiles, erunt in ipsas divisibilia, ergo non erunt simplicia, sed partibus composita.

69. R. In primis non omne ens, quod partes habet, esse divisibile, sed illud tantummodo, cujus partes distinctam habent essensiam. Deinde concedam adversariis elementum partes habere divisibiles, ergone *compositum* erit dicendum? Ita sane, ajunt Leibnitiani, quia a partibus penderet. At hæc ratio nulla est: non enim elementum pendet a partibus, sed partes pendent ab extensione, quæ essentialis est ipsi elemento, sicuti substantiæ non pendent a proprietatibus, sed proprietates a substantiarum natura. Est igitur hoc discrimen inter compositum ac simplex elementum, quod primum sit cumulus

lus elementorum naturæ viribus factus, adeoque divisibile, ac solubile in sua primordia, elementum vero sit corpusculum a Deo creatum cum partibus unius naturæ, ac inseparabilibus, quæ tolli nequeunt, quin elementi natura destruatur, cujus munus est componere extensa, adeoque extensionem habere.

70. Inst. Si corporum primordia simplicia sunt, & extensa, jam simplicitas cum extensione non repugnat, erit consequenter Deus simplex, & extensus: simplices item, & extensi erunt Angeli, animique nostri, quod absurdum est. Item: si extensa sunt elementa, erunt etiam figurata, adeoque partibus actu composita, neque proinde simplicia. Si figurata, quamnam habebunt figuram? ramosam, angulosam, teretem &c. poterunt ergo, quæ sunt quadrata, fieri rotunda, ac omnia figuram mutare. Tandem in extenso haberi debet quantitas molis, quæ per hoc differt a quantitate virtutis, quod prima partes habeat actuales, ac separabiles, quibus caret quantitas virtutis.

71. R. cum de corpore loquimur, *entis simplicis* nomine id intelligimus, quod partes non habet separabiles, licet ratio eas distinguat (*n.* 67): hinc nulla est comparatio inter simplicia materiæ elementa, ac spiritus. Cæterum potiori jure possumus a Leibnitianis quærere, in quo differant eorum inextensæ monades a spiritibus; non enim qualitates aliquas corporeas pro assignando discrimine possunt adducere, cum hæ supponant corpoream extensionem (*n.* 62). Sed ad argumentum redeundo, damus libenter elementa materiæ diversam habere figuram, ac magnitudinem (*n.*60), non propterea tamen mutabilia nuturæ viribus dici possunt, ob ingentem earum duritiem (*num.* 63): concedimus habere quantitatem molis; non enim id repugnat illi simplicitati, quam nos materiæ primordiis adscribimus (*num.* 67).

72. Inst. Si elementa forent extensa, jam ex-

tensio corporea ex his efformata destitueretur ratione sufficienti, etenim ratio sufficiens extensionis corporeæ desumi non posset ab elementis componentibus, cum & ipsa dicantur extensa, quorum propterea sufficiens ratio debet in alio contineri, ergo &c.

73. R. Cum ratio sufficiens id sit, unde intelligitur, cur aliquid sit, vel fiat, curque hoc potius modo sit, vel fiat (*Metaph. n.* 26), proculdubio ratione sufficienti destitueretur corporea extensio, si ejus elementa forent inextensa; neque enim ex principiis inextensis deduci potest ratio sufficiens compositi extensi; potius ergo in Leibnitiana cosmogonia careret sufficienti ratione corporea extensio. At urgent: undenam sufficiens ratio extensionis elementorum derivabit? Ab illo eodem fonte, unde explicat Wolphius, cur aliquid in mundo ita potius, & non aliter existat; nempe a libera voluntate Dei, in qua ultima sufficiens contingentium omnium ratio continetur; & cui libuit corpoream molem, qualis nunc cernitur, creare. Verum de extensis elementis opportunius infra.

74. Opp. 3. Leibnitiani contra elementorum homogeneitatem. Si rerum primordia forent homogenea, sive similia, jam unum alteri substitui poterit, salvis compositis, quæ ingrediuntur; sicque nulla erit sufficiens ratio, cur unum potius elementum in uno composito, alterum in altero contineatur: puta, cur elementa, quæ sunt in globo lunari, non sint in terrestri: sed hoc a principio *rationis sufficientis* alienum est, ergo &c. Deinde hæc elementorum similitudo principio indiscernibilium opponitur (*num.* 57), cujus veritas nedum ex principio *rationis sufficientis* descendit, ut mox probabimus, sed etiam ex principio *contradictionis*, nam duo entia perfecte similia essent distincta, ut supponuntur; non essent autem distincta, cum non habeant, unde dsitinguantur, qua ratione D. Thomas (*in l. contra Gentes cap.* 42) plures Deos impossibiles

esse

esse demonstravit. Imo hujusce Leibnitiani principii veritas ipsa experientia confirmatur, quatenus inter omnia corpora non est reperire duo individua similia: sed ubi nudo oculo talia apparent, per microscopium tamen deprehenditur in uno, quod alteri non inest, cujus rei exemplum refert Leibnitius (*epist. 4 ad Clarkium*) de duobus foliis perfecte similibus, irrito conatu in horto quæsitis.

75. R. Id esse de materiæ primæ natura, ut ad quodlibet constituendum corpus sit indifferens (*n.* 44), hinc ultro damus unum elementum posse alteri substitui, salvis compositis. At inquis: nulla ergo est sufficiens ratio, cur elementa, quæ sunt in uno composito, non sint in altero. Minime gentium, elementa enim, licet homogenea, differunt tamen figura, magnitudine, motu aliisque accidentalibus adfectionibus (*n.* 60); hæc ergo accidentalis varietas esse poterit sufficiens ratio, cur in uno potius, quam in alio composito reperiantur. Quod si curiosius inquiras rationem sufficientem diversæ figuræ, magnitudinis &c. hæc certe materiæ intrinseca nulla erit, sed tantum extrinseca, nempe voluntas Dei, ad quam Wolphius ipse confugit (*Cosmol.* §. 190), ut occultarum qualitatum rationem sufficientem adducat. Neque urgeas: Deum sapientissimum ex consilio, ac sufficienti ratione operari. Nam id dabo libenter; quis tamen Dei sapientissimi consilia, ac sufficientes rationes omnes assignare præsumet? Fortasse tribuit Deus homogeneis materiæ primordiis varium mechanismum, ut adspectabilis mundi varietatem constituerent, vel ob alias nobis occultas rationes.

76. Ad alterum. Omissa principii indiscernibilium veritate, quam nonnisi supponendo, quod controvertitur, ostendent unquam Leibnitiani, asserimus primo: numericam distinctionem non oriri à dissimilitudine, sed à limitatione entis; quod continere non valet perfectiones omnes ejusdem speciei, unde fit optimum esse argumentum

 D. Thomæ

D. Thomæ, ac Theologorum, cum loquentes de ente infinito, ejus unitatem demonstrant ex perfectionum similitudine; inepte vero eamdem unitatem arguere Leibnitianos de entibus finitis similibus (alias absolute repugnarent entia perfecte similia contra, ac docet Leibnitius *epist. 5 ad Clarkium n. 25*). Deinde primigenia corpuscula, quamvis intrinsece homogenea, possunt tamen differre figura, magnitudine, aliisque mechanicis adfectionibus, quin corruat indiscernibilium principium. Idem de compositis dicas, quorum diversitas ex vario particularum nexu pendet, ut infra clarius.

77. Opp. 4 contra eamdem elementorum similitudinem. Si corporum omnium primordia forent homogenea, jam composita omnia possent in alia diversa converti, cum quicumque nexus possit naturæ viribus obtineri. Quis enim ignorat violentissimam ignis vim solvere quascumque combinationes, & ad primigenia usque elementa pertingere? At certum experientia est dari corpora in alia prorsus inconvertibilia: talia sunt vulgaria elementa, ac elementa chymica, quæ quantumvis igne torqueantur, eadem semper manent, sicuti de sale testantur Hombergius, ac Duhamelius, de mercurio Boerahavius, & de aliis Chimici omnes. Nullum quoque metallum converti in aurum potest, quam transmutationem a pluribus sæculis in cassum tentaverunt Alchimistæ, ergo &c.

78. R. Non deesse quidem Philosophos, qui arbitrantur maximam corporum partem ex eadem homogenea materia componi, quæ propterea converti in se invicem arte, vel natura possunt. At quidam volunt haberi composita prorsus simplicia ex peculiari quadam materia efformata, quæ proinde inconvertibilia sunt: ejusmodi ajunt esse terram, aerem, lucem, metalla omnia, ac alia plura. Sed non est opus huic subscribere opinioni, ut objectum solvamus argumentum, cum ex iisdem homogeneis materiæ

particulis, diversa tamen figura, & magnitudine præditis effici possint diversissima composita penitus inconvertibilia, eo quod neque ars, neque natura possit materiam ad prima usque elementa dividere, ut infra demonstrabitur. Cum itaque moleculæ, quæ artis, aut naturæ viribus subjacent, sint particulæ sensibiles, quæ plura elementorum primogeniorum millena continent vario ordine disposita, & quæ pro diversa combinatione sua non sunt apta ad quælibet composita efformanda, hinc dabuntur corpora immutabilia, etsi ejusdem homogeneæ materiæ plexibus coalescant.

79. Opp. 5 contra eamdem homogeneam materiam Alchymistæ. Nullum datur compositum naturale completum, atque perfectum, ex quo chymica elementa ignis actione non eliciantur: sed principia intrinseca corporum ea sunt, in quæ immediate resolvuntur, ergo &c. Majorem probat Fortunatus a Brixia adductis pluribus Chymicorum tentaminibus (*Phys.gen.* p. 1, n. 555) minorem etiam, quæ tamen certa videtur, ibi veram esse ostendit (n. 564).

80. R. Non una ratione posse nos Chymicis satisfacere. Primo damus Chymicis a vegetabilibus, & animalibus eorum elementa extrahi posse, non tamen a metallis, a vitro, a crystallo, aliisque fossilibus pluribus, cujus rei testes habemus Boyleum, & Helmontium. Secundo, inquit Boerahavius (*in Elem. Chimicæ p.* 1), ets in omnium corporum artificiali solutione elementa isthæc prodirent, non inde sequitur in mixtis ea præextitisse: nam actionibus illis, quibus solutio peragitur, possunt corpuscula ita uniri, ut chymica elementa efforment: sicuti ex ligno combusto prodit flamma, quin tamen eam in ligno præextitisse affirmare possimus. Tertio: chymica elementa resolvi possunt in alia simpliciora: sic caput mortuum, quod emersit ex viridi ære soluto, in cuprum convertit Boyleus. Tandem quot salium, sulphuris, olei species sunt,

quæ fatentibus chymicis, ex diverſis corporibus, eliciuntur? Non ergo quinque, ſed multo plura ſunt principia mixtorum, ſi chymicis reſolutionibus in hac re ſtandum fuerit.

81. Inſt. Ideo a quibuſdam mixtis chymica elementa non eliciuntur, quia ignis actione conteruntur cuſpides particularum, & figuræ mutantur, vel implicantur elementa, adeout diſcerni poſt ſolutionem nequeant. *Miſce*, inquit Lemery, (*de uſu Chemiæ p. 11*) *ſpiritum aliquem acidum cum ſale tartari, vel alio quopiam alkalico. Acidi cuſpides ita figuntur in ſalis foramina, ut fruſtra ſis laboraturus, ſi diſtillando velis acidum, quale prius fuerat, elicere. Sublata eſt vis ejus omnis, aciem enim, quæ prius acuta fuerat, in diſtillatione contritam priſtina demum, & nativa figura privari neceſſe eſt*: idipſum de chymicis elementis dicas. Secundo aſſeri nequit hæc elementa in mixtorum ſolutione de novo generari, tum quia abſque igne e pluribus corporibus eliciuntur, ut legere eſt apud Villiſium (*de ferment. cap. 2*): ſicuti per compreſſionem elicitur oleum: tum quia, ſi elicita elementa miſceantur, redeunt prima naturalia compoſita, uti expertus eſt idem Villiſius. Tertio non obſtat chymica elementa poſſe in alia abire, cum chymici quærant tantum primordia mixtorum ſenſibilia, non vero illa, quæ mente capimus efficere compoſita.

82. R. ad 1. Si in quorumdam mixtorum ſolutione non apparent chymica principia, quod eorum cuſpides conterantur, & implicentur, id profecto eveniet in quacumque reſolutione ope ignis peractâ, adeoque nunquam diſtincta prodibunt elementa chymica, quod falſum. Similiter conterentur metallorum particulæ, cum violenta ignis actione a plexu diſſociantur, propterea nequibunt amplius metalla ſemel liquefacta in priſtinam duritiem, ac naturam concreſcere, quod pariter falſum eſt. Et profecto: ſi, fatente Villiſio, elicita principia per commixtionem

prima

prima naturalia compoſita reſtituunt, evidens eſt ſuum mechaniſmum tenaciter ſervare, adeoque ſi in aliquibus ſolutionibus non appareant, hoc ideo, quod mixtum quodlibet non ingrediantur.

83. Ad alia duo. Si adverſarii contendant chymica elementa in pluribus corporibus reperiri, tamquam principia craſſiora, ut ita dicam, & viſibiliora, id ultro concedemus; at non propterea dicenda erunt primigenia illa, & immutabilis materia, de qua diſputamus, tum quia non ſunt ſimplicia, & immutabilia, tum quia non omne mixtum ingrediuntur, quorum utrumque ad primigeniæ materiæ naturam ſpectat.

84. Opp. 6. contra particularum duritiem. Si corporum elementa forent omnino dura, & inſecabilia, ejuſdem quoque duritiei forent compoſita, quod experientiæ contrarium eſt. Deinde eſt admittenda in natura lex *continuitatis*, juxta quam nihil contingit per ſaltum: ſive nullum corpus ab uno ad alium ſtatum tranſit, quia percurrat gradus omnes intermedios: periret autem hæc lex, admiſſis corpuſculis duriſſimis: nam dato conflictu duorum hujuſcemodi corpuſculorum ex oppoſitis partibus ſibi æquali vi incurrentium, ſtatim quies haberetur, quin omnes velocitatis gradus paullatim extinguerentur, ergo, &c.

85. R. ad 1. Datis duriſſimis corpuſculis, non inde ſequitur compoſita ex iis eſſe duriſſima. Nam in primogeniis elementis nullus reperitur vacuus porulus, unde nequeunt ejus partes comprimi, quod ubique ſe tangant, nullumque ſpatium in ipſis ſit, in quod per compreſſionem ſe intromittant. At compoſita particulis conſtituuntur, inter quas pene infiniti patent vacui pori, ut infra probabitur, idcirco non omnino dura, & incompreſſibilia eſſe debent.

86. Ad alterum. Quidquid ſit de veritate legis *continuitatis*, de qua alibi opportunius, illud nunc advertimus, eam in minimis corporum elementis non habere locum, utcumque in ma-

gnis corporibus servari dicatur. Deinde in hoc sensu firmissima dicimus rerum primordia, quatenus nullis actu existentibus naturæ viribus frangi possint. Sed de his alibi:

PROPOSITIO II. *Naturalium compositorum Forma in varia tantummodo particularum combinatione, & textura est reponenda.*

87. *Probatur*. Naturalium compositorum forma est principium illud, per quod indifferens materia ad determinatam speciem limitatur ( *n.* 44 ) atque corpora ab invicem specie discriminantur; sed utrumque formæ unius ex varia tantummodo corpusculorum materiæ combinatione haberi potest, ergo &c. Pr. 1. minoris pars: eamdem nempe materiam ex vario plexu ad certæ speciei corpora constituenda limitari sic idem ferrum ex vario mechanismo ope artis inducto modo horologium, modo ensem efformat: eadem 24 alphabeti elementa ex varia combinatione habent, ut diversa prorsus vocabula constituant. Si ergo ars, quæ circa crassiores tantummodo materiæ particulas versatur, valet eamdem materiam per diversum mechanismum ad varia composita determinare, multo magis poterit natura, quæ ad multo minores moleculas pertingit. Et certe mihi non negabis eamdem aquam ex solo suarum particularum diverso plexu habere, ut nunc rorem, nunc nubem, nunc pluviam, nunc grandinem, nunc nivem producat. Non negabis idem alimentum stomachi calore subactum ad sanguinem, ad ossa, ad carnem, aliasque nostri corporis partes nutriendas idoneum reddi, ex diversa tantummodo particularum combinatione. Varia igitur complexio apta est materiæ corpuscula ad diversas constituendas compositorum species determinare.

88. Hinc manat alterius partis probatio: corporum nempe diversum specificum discrimen haberi ex solo vario mechanismo. Nam tota ratio, qua duo corpora specie differunt, sita est

in

in variis sensibilibus qualitatibus ponderis, fluiditatis, levitatis, coloris &c. sic v. g. a reliquis metallis discrepat aurum, quod sit ipsis gravius, sit omnium maxime ductile, sit cæteris densius, sit flavum, atque subrubrum &c. sed hæ omnes sensibiles qualitates e diversis mechanicis adfectionibus oriuntur, ut in loco demonstrabitur, ergo harum qualitatum congeries sive forma naturalium compositorum distinctiva in varia tantummodo particularum configuratione & textura est reponenda.

89. Et quidem novimus corpora, quæ *specie* dicimus diversa, quamvis totum eorum discrimen in varia mechanica adfectione situm sit: linum v. g. a charta specie diversum putamus, attamen ars per diversam particularum transpositionem e lino chartam elicit; nempe linum aqua macerat, tum soli expositum, exsiccatumque in tenuissima dividit filamenta, quæ contorta tela componunt; ex tela per aquam subacta, & in subalbicantem veluti pultem soluta prodit papyrus. Quot varia composita ex eodem lacte, vel tritico non efficit ars naturæ æmulatrix? Annon vitrum conficit ex soluta arena, commixtoque sale? pulverem pyrium ex carbone, & sale petræ? æs ex cupro, ac lapide calaminari? Sed & alia novimus innumera composita a suis componentibus specia diversa, quæ tamen per solum mechanismi discrimen ad diversas species transeunt; negari ergo nequit per variam corpusculorum materiæ combinationem corpora exurgere specifice diversa, adeoque formam, vi cujus discriminantur composita, a solo diverso mechanismo esse repetendam.

90. *Corollarium I.* Formæ substantiales Peripateticorum ( *num.* 48 ) sunt omnino a rerum natura proscribendæ: ad nullum enim inserviunt usum statim ac formæ munera ex vario mechanismo pendeant. Id videtur agnovisse Aristoteles ipse, qui, *Metaphysica* excepta, in suis operibus omnes naturæ effectus, ac phæno-

mena juxta mechanicæ leges semper explicuit, nulla injecta vel materiæ, vel formæ absolutæ mentione.

91. *Corollarium* II. Qualitates absolutæ Scholasticorum, sive absoluta accidentia e substantiis separabilia (*n.* 49), sunt omnino rejicienda. Nam si corporum forma est respectiva, idest pendet a varia elementorum figura, motu, & nexu (*n.* 87, & *seq.*), jam nihil a mechanismo diversum in materia admittendum est, cum forma sit caussa omnium sensibilium qualitatum, unde hæ nequeunt diversam habere a sua caussa naturam, propterea si forma est *respectiva*, erunt etiam *respectivæ*, quæcumque sensibiles qualitates.

*Audiuntur Scholastici*:

92. Opp. 1. Corpora naturalia specie diversa, nedum accidentaliter, sed substantialiter differunt inter se: sed hoc substantiale discrimen explicari nequit, nisi unius corporis substantia ab alterius natura sit omnino diversa, adeoque præter materiam sit forma substantialis absoluta, ergo &c.

93. R. dist. maj. differunt substantialiter in sensu peripatetico, quatenus habeant diversas absolutas substantias, nego; quatenus unius combinatio sit ab alterius mechanismo prorsus diversa, conc. maj. &c. Hæc substantialis corporum differentia a scholasticis inventa supponitur ab ipsis, non vero demonstratur, unde nequit evertere respectivas formas, quas in compositis reliqui Philosophi agnoscunt.

94. Inst. Corpora naturalia specie diversa differunt inter se substantialiter rigoroso peripateticorum sensu: etenim non alia de caussa longe majus discrimen est inter duo corpora variæ speciei, puta inter lapidem, & carnem, quam inter artefacta ex eadem materia, puta inter horologium, & ensem ex ferro, nisi quod inter prima reperitur substantialis differentia, acciden-

talis

talis autem inter secunda: ergo primorum substantia est plane diversa, cum quæcumque excogitetur homogenearum particularum transpositio, & modificatio, numquam excedat accidentalis differentiæ limites, ut patet in artefactis.

95. R. nego antec. ejusque probat. non enim est perfecta artis, ac naturæ comparatio. Cum ars circa sensibiles, & crassas materiæ particulas versetur, nequit adeo exquisite diversam combinationem in materiam inducere, sicuti natura arte longe præstantior, viribusque excellentior. Adde artis etiam ope plura efformari composita specie diversa, perinde ac fit natura (*n.* 89.) ut præcipue in Chymicorum libris legere est.

96. Inst. varia combinatio est materiæ accidentalis, ergo si corpora specie diversa solo partium contextu differunt, erit eorum discrimen accidentale, non vero substantiale, & essentiale.

97. R. Combinationem esse accidentalem respectu materiei, non vero respectu compositorum: sic v. g. talis determinata textura ferri horologium componentis, accidentalis est respectu ferri; at relate ad horologium est essentialis, cum absque illa horologium haberi nequeat. En igitur quomodo composita naturalia sint essentialiter composita.

98. Inst. omne corpus est *unum per se*, est *unum totum substantiale*, ac *essentialiter substantia*: sed hæc dici nequeunt de puro aggregato corpusculorum vario modo dispositorum, ergo &c.

99. R. nego maj. quam in rigoroso peripatetico sensu acceptam patet principii petitione laborare: Igitur corpus est *unum per se substantiale &c.* idest componitur ex una substantia, sive materia, quæ pro varia specie determinatam subit combinationem illius speciei propriam, & essentialem sensu supra explicato (*n.* 97).

100. Inst. Hoc est discrimen generationis ab

 alte-

alteratione, quod in generatione fit nova substantia, & in alteratione novum accidens, unde physicum principium *Magis*, *& minus non variant speciem*, ergo &c.

101. R. nego antec. Hoc itaque agnoscimus generationis ab alteratione discrimen, quod in generatione tanta fiat mechanismi diversitas, ut ex visibilibus materiæ particulis novum omnino ordinem, plerumque acquirentibus, proprietatum, ac sensibilium qualitatum collectio aut prorsus, aut saltem quoad sensum diversa consurgat, in alteratione vero remaneat prior mechanismus, & una vel altera qualitas immutetur. Sic igitur, si tanta sit ignis copia, ut aqua in fumum, ac vapores abeat, fiet nova generatio: si vero ex modica ignis quantitate remaneat aqua, & motus inducatur, unde calida fiat, erit alteratio. Porro effatum Scholasticorum admittimus, ubi sermo fiat de quantitate, non autem ubi loquamur de materiæ combinationibus, & inde diffluentibus qualitatibus sensibilibus.

102. Opp. 2. Improbabile omnino est eandem homogeneam materiam tot subire posse mutationes mechanismi, quot necessariæ forent ad infinita pene diversa corpora efformanda, quæ in mundo sunt, ergo &c.

103. R. nego antec. quod incredibile nunquam videbitur iis, qui de combinationibus Arithmeticos consuluerint: hi enim demonstrant 24 alphabeti literas tot subire posse combinationes, ut diversa efforment vocabula expressa 38 cyphris cum unitate. Quot ergo numero majores subibunt combinationes infinita materiæ corpuscula figuræ, ac magnitudinis mira varietate distincta?

104. Opp. 3. In corporibus naturalibus extat vis quædam activa, qua amissas qualitates sesipsis recuperant; sic aqua calefacta ad suum ingenitum frigus sponte redit, ignis actione cessante, plumbum liquefactum ad primam duritiem se restituit: arbor reparat amissos ramos ac folia:

lia: hydrargirus, poſtquam chymico labore varias induit formas, ad ſuam naturam ſe reſtituit, ut teſtatur Boerhavius, ergo admitti in corporibus debet principium congenitarum qualitatum exigitivum: ſed hoc non aliud eſſe poteſt, quam ſubſtantialis forma, cum materia ſit ad omnes qualitates indifferens, ergo &c.

105. R. primo: ſi illorum adhæreamus opinioni, qui putant nonulla corpora ea peculiari quadam immutabili materia coaleſcere (n. 78), totum argumentum fit nullum. At demus materiam homogeneam in omnibus mixtis (n. 78), non propterea formidamus adverſariorum tela. Nam licet in materia vires aliquas activas agnoſcamus, quæ omnibus communes ſunt corporibus, non propterea debet ipſis adſcribi principium qualitatum ſuæ ſpeciei exigitivum. Cur enim arboris cortex face aliquantulum exuſtus vim vegetandi non recuperat? ovum agitatum vim prolificam deperdit? corallium ſub aquis molliſſimum, ubi extractum ab ipſis fuerit ita indureſcit, ut priſtinam mollitudinem non amplius recuperet? pomum contuſum ad primum virorem non redit?

106. At ſunt aliqua corpora, quæ primigenias recuperant qualitates. Ita ſane: verum id non oritur ab intrinſeca ipſis cauſſa, alias idem in corporibus omnibus contingeret. Eſt itaque hæc reſtitutio ab extrinſeca cauſſa; nempe, cum mechaniſmus non omni modo mutatur, ſed tantum una, vel altera qualitas, aut ab igne inter poros intruſo, ut in acqua calefacta, plumbo liqueſcenti, hydrargiro chimico examini ſubjecto: aut ob impeditam actuoſam, quæ in corpore eſt, vividamque ſubſtantiam, jam hiſce cauſſis ablatis neceſſe eſt redeant qualitates, quæ ab eſſentiail invariato corporis mechaniſmo fluunt. Rem exemplo illuſtrabo: ex ferro horologium efforma: ſi impedimentum ejus motui appoſueris, quieſcet; neque horas indicabit; remove impedimentum, primum motum acquiret ſponte ſua,

ac

ac horas designabit; numquid hæc primi motus restitutio a forma ferri substantiali desumenda erit? minime profecto, sed a ferri mechanismo, qui per oppositum obstaculum non fuit immutatus. Pari modo de objectis qualitatum restaurationibus loquendum est.

107. Opp. 4. Si forma in mechanismo sita est, cur neque arte, neque natura fieri potest quodlibet ex quolibet, neque enim ex igne, aqua, & mercurio aurum exurgere potest.

108. R. Si formæ omnes absolute e materiæ sinu educuntur, cur ex materia unius compositi nequeunt successive educi formæ omnes reliquorum? Sed directa responsio patet ex supradictis (*n.* 78).

109. Opp. 5. In sacramento Altaris habetur Christi corpus absque combinatione physici corporis propria, cum totum lateat in tota hostia & totum pariter in qualibet vel minima hostiæ parte. Similiter remanet ibi post consecrationem sensibilium partium collectio, absque ulla materiæ combinatione, cum tota substantia sit in Christi corpus mirabiliter conversa, ut fides docet, ergo &c.

110. R. ad 1. Christi corpus sub eucharisticis speciebus habere extensionem, adeoque combinationem humani corporis propriam. Cum autem dicitur illud esse totum sub qualibet hostiæ parte, uti definivit Tridentinum (*sess.* 13): in primis advertimus huic canoni addita fuisse verba *facta separatione*, idque urgentibus Joanne Æmiliano Tudetano Antistite, & Musso Bituntino Præsule, ne variæ scholarum opiniones circa modum existentiæ Christi corporis sub eucharisticis speciebus erroris simularentur; quippe rectissime admonuit Bituntinus Tridentinos Patres, *Solas hæreses esse damnandas, non item scholasticorum sententias* (*Natal. Alex. de gestis Sessionis* XIII). Deinde loquitur Concilium de partibus sensibilibus, cum hæ solæ ad Sacramentum pertineant, quod est *signum sensibile*; unde sub his partibus

Chris-

Christi corpus latitans habet sensibilem extensionem, ac consequenter modificationem physici corporis propriam.

111. Ad alterum: peracta consecratione remanet sensibilium qualitatum collectio, idest remanent impressiones sensuum nostrorum eædem, quæ ante a panis, vinique substantia producebantur, Deo per miraculum supplente defectum substantiæ, quod Deo possibile esse nemo negabit, docente D. Thoma: *Erroneum est dicere Deum non posse facere per seipsum omnes determinatos effectus, qui fiunt per quamcumque caussam creatam* (*p.* 1, *q.* 105, *art.* 2.)

112. Inst. Concilia luculentissime docent in Sacramento Altaris remanere post consecrationem accidentia panis, & vini in sensu peripatetico: nempe Christi corpus, & sanguinem esse *sub speciebus panis, & vini*, ajunt Concilia Lateranense IV, & Tridentinum (*sess.* 13, *cap.* 4). Constantiense etiam Oecumenicum proscripsit hanc Wiclephi propositionem: *Accidentia panis non manent sine subjecto in eodem Sacramento*: ergo erit vera contradictoria propositio. Et quidem nisi hoc dicas, jam Christi corpus non esset sub speciebus panis, & vini, ubi in sacrario claudatur, adeoque tunc Sacramentum, quod est *sensibile gratiæ signum*, non haberetur, quod erroneum est.

113. R. Primo obsecro Scholasticos, advertant D. Thomæ doctrinam, quam interrogatus de quibusdam fidei articulis tradidit opusc. 31, ubi monet, *plures horum ad fidei doctrinam non pertinere, sed magis ad Philosophorum dogmata. Multum autem nocent talia, quæ ad pietatis doctrinam non spectet, vel asserere, vel negare, quasi pertinentia ad sacram doctrinam*. Postea concludit: *Unde mihi videtur tutius hæc, quæ Philosophi communiter senserunt, & nostræ fidei non repugnant, neque sic esse asserenda, ut dogmata fidei, neque sic esse neganda, tamquam fidei contraria, ne sapientibus hujus mundi con-*

temnendi doctrinam fidei occaſio præbeatur. Ex quibus patet vel nimia ignorantia, vel confidentia laborare, qui hæc nobis objectant, quaſi ſapientiſſimorum Eccleſiæ Patrum mens fuerit ariſtotelicum ſyſtema conſecrare.

114. Itaque dicimus Eccleſiam ab adiaphoris Philoſophorum diſputationibus dirimendis ſemper abſtinuiſſe (*n.* 110). Quare *ſpecierum* nomine dedita opera uſi ſunt Lateranenſes, & Tridentini Epiſcopi, ut ea voce denotarent panis, ac vini ſenſationes, undecunque peracta conſecratione oriantur: fuit enim eorum ſcopus converſionem ſubſtantiæ panis, & vini in Chriſti corpus, ac ſanguinem contra Wiclephiſtas, alioſque hæreticos definire, adeout peracta conſecratione nihil remaneat de pane, ac vino, præter impreſſiones in ſenſus noſtros, undecunque noſtri ſenſus immutentur, ſive nempe ab abſolutis accidentibus ſcholaſticis, ſive a Deo noſtros ſenſus afficiente, ſicuti ad panis, vinique præſentiam immutabantur.

115. Qua quidem ſecunda impreſſionum cauſſa admiſſa, adhuc intelligitur, quomodo conditum Chriſti corpus rationem Sacramenti habeat: licet enim in hoc caſu actu non habeantur panis vinique in ſenſibus noſtris impreſſiones, exixtit tamen ibi Chriſti corpus, ad cujus preſentiam, omni remoto obſtaculo, panis, vinique impreſſiones, in noſtris ſenſibus Deus producere vult, quod ſufficit ad Sacramenri ſenſibilitatem.

## CAPUT II.

### *De Corporum poroſitate, ubi de Quantitate materiæ.*

116. **D***efinitiones*. *Pori* ſunt quædam cavitates, ſive viſibiles, ſive inviſibiles, quæ vel penitus vacuæ, vel aliena repletæ materia in corporibus reperiuntur.

117. *Maſſa corporis* eſt quantitas materiæ ex

ex qua corpus coalescit. *Volumen* vero est quantitas dimensionum ipsius corporis.

PROPOSITIO I. *Omne corpus sensibile ingenti pororum numero interrumpitur.*

118. *Probatur* 1. Omne corpus sensibile componitur ex minimis corpusculis extensis, solidis, diversa figura, ac magnitudine præditis (*n.* 59) atqui fieri nequit, ut minima corpuscula, sive regulari, sive irregulari figura, & magnitudine prædita ita uniantur, ac congruant, ut nulli inter ipsa pateant pori, vel prorsus vacui, vel aliena subtiliori materia repleti, ergo omne corpus sensibile ingenti pororum numero interrumpitur.

119. Pr. 2 ab experientia. Quodcunque corpus microscopii beneficio diligenter conspectum, superficiem exhibet innumeris foraminibus pertusam. Rursus quodcunque corpus ab igne penetratur: corpora diaphana, ut aer, aqua, vitrum, crystallum, adamas, ac reliqui pellucidi lapides, cum liberum lucidis particulis transitum præbeant, oportet poris sint referta. Ex corporibus opacis ligna, utcunque compacta, succo e radice ascendente per porosas fibras nutriuntur: excisa autem in trabes, ac tabulata pro tempestatum vicissitudinibus volumine augentur, vel minuuntur, atque rimas agunt, quæ phænomena ab aere eorum poros ingrediente produci nemo non intelligit. Duriores lapides imbui colore aliquo possunt, sicuti ostendit Faius in memoriis regiæ Academiæ anni 1728, quod de ossibus etiam, cornubus & unguibus dicas; id autem poros, quos ingrediantur colores, manifestissime evincit; metalla quæcunque aquis stygiis penetrantur, earumque actione dissolvuntur. Tandem, ut alia omittam, quæ apud Nolletium videri possunt, (*Lect.* 2) jugis humano corpore humorum e cute exeuntium evaporatio, quam *insensibilium perspirationem* vocant, quantis scateat poris humanum corpus, luculenter ostendit:

est

est enim tanta hæc perspiratio, ut juxta Sanctorii, ac Dodart observationes in sano corpore, ac vegeta ætate ex 8 alimenti libris unius diei spatio 5 circiter per insensibilem transpirationem elabantur. Omne igitur sensibile corpus, ingenti pororum numero interrumpitur.

120 *Collarium I.* Ratio patet, cur corpora quædam invicem commixta minus occupent spatium, quam antea separatim. Sic aqua communis, & oleum vitrioli ad minus rediguntur spatium dum commiscentur. Vas cineribus repletum insignem aquæ, vel alterius liquoris quantitatem continet: hæc enim ex eo fiunt, quod unius corporis particulæ alterius vacuos poros penetrent.

121. *Corollarium II.* Aliqua corpora crassioribus effluviis transitum permittunt, & subtilioribus denegant: sic durissima quædam marmora ab aqua, a spiritu vini, & terebenthinæ, aliisque pluribus crassioribus fluidis, non tamen ab aere penetrantur. Id autem ex eo contingere putandum est, quod pororum configuratio effluviorum figuræ minime respondeat. Qua etiam de causa intelliges, cur, ubi vinum aquæ dilutum in poculo ex hædera confecto infundatur, aquæ particulæ paullatim e poculi poris dilabuntur, & purum vinum in vase remaneat.

122. *Corollarium III.* Quantitatem materiæ in uno corpore existenti nullus potest definire, adeoque pondus corporum absolutum, quod materiæ quantitati respondet, prorsus ignoratur. Nam, ut quantitas materiæ sub determinato volumine comprehensæ nobis certa foret, deberet tale corpus esse omnino solidum, & non porosum, quale nullum nobis notum in mundo existit (*n.* 118).

123. *Corollarium IV.* Ex diversa pororum quantitate pendent corporum *densitas*, ac *raritas*: nempe illud corpus est *densum*, quod pauciores, vel minores poros habet, unde fit, ut ejus partes sint viciniores. Illud vero corpus est *rarum*, quod plures, vel majores poros habet, unde fit, ut ejus partes sint remotiores.

PRO-

PROPOSITIO II. *Materiæ quantitas in corpore est ut factum ex volumine, & densitate.*

124. Nempe multiplicato volumine per densitatem productum dat materiæ quantitatem. Nam pro aucto volumine, eadem manente corporis densitate, materiæ quantitas augetur; evidens quippe est majorem esse materiæ quantitatem in auri bipalmo, quam in palmo. Item pro aucta densitate, eodem manente volumine, crescit materiæ quantitas, unde major est materiæ quantitas in pede auri, quod densius est, quam in pede argenti. Igitur materiæ quantitas haberi potest tamquam rectangulum, cujus altitudo sit densitas, basis autem volumen, nam rectangulum talis est naturæ, ut ejus area augeatur, sive altitudo, sive basis crescat, sed rectangulum fit ex ductu basis in altitudinem. (*Geom. n.* 115) ergo materiæ quantitas in quolibet corpore est, ut factum ex volumine, & densitate.

125. *Corollarium I.* Densitas in quolibet corpore exprimitur, quoto materiæ per volumen divisæ. Item volumen exprimitur quoto materiæ per densitatem divisæ. Nam in omni multiplicatione, si productum dividatur per numerum multiplicandum, quotus dat multiplicatorem. Item, si dividatur per multiplicatorem, quotus dat numerum multiplicandum (*Arith. n.* 82).

126. *Corollarium II.* In quolibet corpore densitas est ut massa directe, & volumen inverse. Volumen autem est directe, ut massa, & inverse, ut densitas: idest, cæteris paribus, major erit densitas pro minori volumine, ac majus volumen pro minori densitate. Nam primum quod spectat, densitas exprimitur quoto materiæ per volumen divisæ (*num.* 125): sive exprimitur per fractionem, cujus numerator sit materia, & denominator sit volumen: sed crescit fractionum valor, cum manente eodem numeratore minuitur denominator: ac vicissim imminuitur fractio-

num.

num valor, cum manente eodem numeratore creſcit denominator ( *Arith. n.* 24 ): ergo denſitas erit inverſe ut volumen: Pari modo oſtendam volumen eſſe inverſe ut denſitatem; quod autem tum denſitas, tum volumen ſint in ratione directa maſſæ patet ex ipſa maſſæ notione (*n.* 117).

127. *Corollarium III.* Quoniam rectangula ejuſdem altitudinis ſunt inter ſe ut baſes ( *Geom. n.* 10): ejuſdem baſis ſunt ut altitudines (*ibid. n.* 211): diverſæ baſis, & altitudinis ſunt in ratione compoſita baſium, & altitudinum (*ibi. n.* 212): ac tandem reciprocantia ſibi baſes, & altitudines ſunt inter ſe æqualia (*ibid. n.* 214): jam patet: I in corporibus ejuſdem denſitatis materiæ quantitates invicem comparatas eſſe in ratione voluminum. II ejuſdem voluminis eſſe in ratione denſitatum. III diverſi voluminis, & denſitatis eſſe in ratione compoſita voluminum & denſitatum. IV tandem maſſas eſſe æquales, ſi corpora habeant denſitates cum voluminibus reciprocas; adeoque V in comparatis corporibus æqualis maſſæ, ſed diverſi voluminis denſitates eſſe in ratione voluminum inverſa.

## CAPUT.

### *De extenſione.*

128. Definitiones. *Extenſio* eſt illa materiæ affectio; qua fit, ut ſingulæ ejus partes unitæ diverſum exigant occupare locum, ſive, ut ejus unitæ partes ſint extra ſe.

129. Cum extenſi partes ita unitæ ſunt, ut aliæ interponi nequeant, extenſio dicitur *continua*: cum vero extenſio in partes diviſa intelligitur, vocatur *diſcreta*: tandem, cum partes ſucceſſive fluunt, ut in tempore, appellatur *continuum ſucceſſivum*.

130. Extenſio alia eſt impenetrabilis, ſive *ſolida*, alia *penetrabilis*. Prima eſt, quæ corpora excludit ab eo loco, in quo ipſa eſt: altera eſt quæ non arcet corpora a ſuo loco: atque hæc

va-

*vacuum* etiam dici solet, propterea quod omni orbetur corpore.

## ARTICULUS I.

### *De extenſione penetrabili, ubi de ſpatio, loco, & vacuo.*

131. *Definitiones*. Nomine *ſpatii* intelligimus interminatam quamdam penetrabilem extenſionem, in quo corpora recipi poſſunt.

132. *Locus* eſt illa ſpatii pars, in qua corpus aliquod recipitur; hinc ſpatium veluti ex infinitis locis componi concipiendum eſt.

133. Si ſpatium in ſeipſo ſpectetur, dicitur *abſolutum*, ſi vero relate ad corpora, quæ in ipſo ſunt, *relativum* vocabitur.

### *Opiniones Philoſophorum.*

134. *Hactenus definivimus ſpatium, ac locum prout ipſi ſentimus. Non enim hæc penetrabilis extenſio ab omnibus Phyſicis agnoſcitur, neque ab ejus patronis pari modo explicatur. In primis mundanum ſpatium eſſe vacuam extenſionem penetrabilem, immenſam, æternam, incorpoream, immobilem, indiviſibilem docuerunt Epicurei, atque ex Recentioribus Gaſſendus, Morus, Lokius Nevvtonus, Graveſandus, aliique, apud quos ſpatium eſt ens a corporibus omnino diſtinctum. In definienda tamen hujuſce ſpatialis extenſionis natura diſſentiunt ab invicem. Morus ipſam eſſe Deum aſſeruit. Nevvtonus, & Clarkius eandem cum Dei immenſitate confundunt. Mus ſchembroekius putavit ſpatium eſſe ſubſtantiam a Deo in tempore creatam. Alii tandem dixerunt ſpatium eſſe purum nihil, ſive quamdam negativam extenſionem, & capacitatem.*

135. *Ariſtoteles locum definit* continentis terminum immobilem: *nempe, explicant peripatetici, locus eſt* ſuperficies prima, & immobilis corporis continentis. *Quomodo autem ſuperficies corpus ambiens tamquam ejus locus, dici debeat*

im-

immobilis, *non una est Scholasticorum mens. Alii enim loci immobilitatem repetunt a determinato ordine, & distantia a telluris centro: alii a polis mundi, cæterisque immobilibus mundi partibus: quidam a divina substantia immobiliter ubique diffusa: quidam tandem ab imaginario immobili spatio, cum nempe aer v. g. corpus circumambiens moveatur quidem ac mutetur, sed tamen restauretur ab alio aere eamdem ab immobilibus assignatis punctis distantiam servante, idcirco* immobilis *dici debet. Hunc locum Aristotelici vocant* extrinsecum; *quem ambabus ulnis amplexi sunt Cartesiani, qui nullam agnoscunt extensionem a corpore diversam* (n. 19), *locumque* intrinsecum *non distinguunt ab ipsa locati corporis substantia. Ab Aristotelicis non valde recedunt Leibnitius, ac Wolphius, per quos locus in diverso situ, ordine, ac dispositione ad immota circumstantia corpora statui debet: in eo tamen differunt, quod nullam realem extensionem admittant, cum extensionem vocent merum phænomenon, ac ordinem coexistentium.*

136. *Ex his patere potest, quid de vacuo doceant Physici. Extra mundum existere spatium vacuum propugnarunt Stoici, ac Pythagorici. Schola Athomistarum vacua spatiola inter corpora disseminari arbitratur, cui adhæsit* Newtonus, *qui ulterius vacuum* coacervatum *idest notabile spatium inane in natura admisit. Cartesiani quodcumque vel minimum inane esse prorsus impossibile censent, in quo quidem Aristotelem habuisse antesignanum pluribus probavit Eques Digby. Tandem Peripatetici vacuum quidem esse possibile concedunt: non existere tamen, imo naturam ab eodem abhorrere putant.*

PROPOSITIO I. *Admitti in mundo debet penetrabilis extensio, in qua corpora recipiantur.*

137. *Probatur.* Certum est corpora existere solida, & extensa (*Logicæ n.* 195), ergo alicubi recipiantur necesse est; si enim essent in nihilo,

hilo jam non exiſterent: at eſſe nequeunt, vel in inextenſo, vel in ſolido, cum ipſa extenſa ſint, ac ſolida, ergo ſunt in extenſo, ac penetrabili, ergo datur penetrabilis extenſio. Secundo: certum eſt corpora moveri poſſe juxta quamlibet directionem, adeoque suò motu dimenſiones percurrere in longum, latum & profundum: at dimenſiones iſtæ penetrabiles ſunt, cum percurrantur a corpore impenetrabili, ergo exiſtit penetrabilis extenſio. Revera dum corpus ab uno puncto ad aliud diſſitum tranſit, inter utrumque punctum diſtantia, ſive extenſio jacet: ſed hæc ſucceſſive occupatur a corpore ſolido, dum movetur; ergo eſt penetrabilis.

PROPOSITIO II. *Vacua extenſio, in qua corpora recipiuntur, ideſt ſpatium eſt interminatum, indiviſibile, immobile, æternum, & improductum.*

138. *Probatur* quoad ſingula attributa. Hæc ſpatialis extenſio, ſi terminis concluderetur, vel hi termini forent extenſiones ſolidæ, vel penetrabiles: utrumlibet dicatur, nequeunt profecto extenſionem terminare, cum extenſio addita extenſioni eamdem non terminet, ſed augeat, ergo ſpatialis extenſio eſt interminata. Adde mundum eſſe extenſionis finitæ, cum nullum ens poſitivum, præter Deum, poſſit eſſe infinitum: ergo extra mundum exiſtere debet ſpatium capax aliorum corporum recipiendorum, alias mundus non eſſet finitus, ergo ſpatium eſt interminatum. Id autem ex Lucretio ita confirmat P. de Turris: exiſtat homo in ultima mundi ora, quæro an poſſit movere brachium extra mundi convexitatem; id certe poſſibile fateri debent adverſarii, cum extra mundum nulla fingi queat reſiſtentia: porro hoc brachium non movebitur in nihilo, alias brachium eſſet in nihilo, ſive nullibi: movebitur ergo in alia extenſione penetrabili, ergo extenſio ſpatialis exiſtit extra mundum, ergo eſt interminata.

139. Secundo: spatium est indivisibile. Id autem nolim ita intelligas, quatenus spatium nullam habeat partium distinctionem, repugnat enim extensio sine partibus (*n.* 128): hinc alia etsi spatii pars, quam occupat Mediolanum, alia, quam occupat Roma. Est itaque spatium indivisibile, idest insectile, quatenus ejus partes separari nequeunt, adeout una ad sinistram, alia ad dexteram plagam abire possit; id porro ex ejus infinitate consequitur, ut manifestum est.

140. Ex eadem spatii infinitate oritur ejus immobilitas, cum motus soli enti finito, ac limitibus circumscripto possit convenire. Adde motum esse translationem de loco ad locum: at spatium non occupat locum, sive non est in loco; alias daretur locus loci, & sic in infinitum, quod repugnat, ergo spatium immobile est.

141. Tandem spatium est æternum, & improductum. Si enim illud in tempore factum fuisse cum Musschembroekio dicas, jam, cum creatum a Deo fuit, alicubi collocari debuit, propterea spatium spatio præextitisset. Secundo: si spatium fuit a Deo creatum, poterit ab ipso annihilari cum toto mundo: at post quamcumque annihilationem, adhuc mens concipit dimensiones, & distantias ab uno imaginario puncto ad aliud; ergo, vel non erit spatium annihilatum contra hypothesim, vel dabitur spatii spatium, quod implicat. Tandem potest Deus alium mundum, præter hunc creatum, condere; hic novus mundus, vel tangeret nostri convexitatem, vel non: si secundum, jam existet inter utrumque improducta distantia. Si primum, cum sphæræ in puncto se tangant, adhuc erit distantia, sive spatium improductum inter utrumque mundum, ergo spatium est æternum, ac improductum.

142. *Corollarium I. Locus* est illa spatii pars, quæ a corporibus occupatur. Nunc corpus quodcumque est in spatio sibi æquali, quod tota sua dimensione replet; cum igitur locus ex communi physicorum sententia sit receptaculum, in quo

corpora

corpora continentur, erit consequenter corporis *locus* ea spatii pars, in qua recipitur.

143. *Corollarium II.* Falluntur Scholastici, & Cartesiani, cum pro loco assignant superficiem corporis continentis (*n.* 135): ac Leibnitiani, qui spatium definiunt *ordinem simultaneorum quatenus coexistunt*. Nam, quod proprie a corporibus occupatur: est extensum spatium (*n.* 142). Deinde in hac hypothesi totus mundus non fore in loco, atque destructis omnibus corporibus præter unum, hoc superstes in loco non esset, quod absurdum.

## *Solvuntur Objecta.*

144. Opp. 1. Hæc extensio spatialis, vel spiritus est, vel corpus, quodlibet enim ens ad alterutrum referatur necesse est: at non est spiritus, cum partes habeat distinctas (*n.* 139) non corpus, cum solida non sit, ergo &c.

145. R. Hoc idem argumentum æque militare contra vacuum, quod tamen dari Recentiores pene omnes fatentur. Sed directe extensio spatialis neque spiritus est, neque corpus, sed capacitas & spiritus, & corpora recipiendi, ejusmodi etiam sunt tempus, & umbra, quæ neque sunt spiritus, neque corpus.

146. Opp. 2. Hæc spatialis extensio est æterna, immensa, improducta, independens: at hæc attributa soli Deo, qui est ens a se, possunt convenire, ergo &c.

147. R. Cum spatium sit pura capacitas recipiendorum corporum, sive simplex negatio corporis, corporearumque dimensionum, quod propterea a D. Augustino (*Lib.* 8 *Conf. cap.* 1) *spatiosum nihil* appellatur, hinc Dei unitati non officit, quod æternum, immensum, improductum dicatur, implicat enim existere præter Deum ens æternum, & improductum, quod sit positivum; non vero quod negativum sit.

148. Inst. Vel hæc extensio spatialis est pu-

rum nihil, vel aliquid reale positivum. Si primum, jam corpora in spatio, erunt in puro nihilo, quod implicat; imo destruetur ſpatium ad creationem corpo um, cum privatio omnis tollatur ad oppositæ qualitatis creationem, eritque spatium ens pure imaginarium, sive ab intellectu confictum. Si vero dicatur aliquid reale, jam erit substantia: at substantia independens, improduct &c. est solus Deus, ergo &c.

149. R. Spatium esse aliquid reale, non fictum ab intellectu, cum sit vera capacitas corporum recipiendorum; at non propterea est substantia, cum non sit quid positivum, sed est quid negativum, sicuti est umbra, quæ realis est, habetque figuras, ac dimensiones reales, & tamen est pura ſucis negatio, propterea nihil absurdi elucet in spatii attributis. Atque hinc patet corpora, quæ in spatio sunt, non esse in puro nihilo, sunt enim in extensa capacitate, sive dimensione penetrabili, quæ, proprie loquendo, non est ficta ab intellectu, sed tantum imaginaria vocari potest, eo quod instar corporeæ extensionis a nobis concipiatur.

PROPOSITIO III. *Spatium est quid a Deo ejusque immensitate plane diversum.*

150. *Probatur*. Dei attributa sunt ipse Deus (*Metaph. n.* 102). Igitur, si spatium est Deus, vel ipsius immensitas, jam Dei substantia erit extensa, quod absurdum est (*ibi n.* 101): Probatur sequela: corpora extensa commensurantur spatio: igitur vel commensurantur Deo, vel non; si primum, jam erunt in Deo partes, eritque major Dei substantia, in qua recipitur sol, quam illa, in qua recipitur terra. Si alterum dices, quomodo Deus in se recipit extensa? Forte ne in spirito inextenso recipi possunt corpora tamquam in vase? Deinde corpora cum spatio compenetrantur, ergo Deus cum materia compenetrabitur, sed materia habet partes, ergo etiam Deus. Tandem spatium est extensio

iners,

iners, & mere passiva, quacumque actione expers, & intelligentia ergo distingui dabet a Deo ente actuosissimo, ac perfectissimo.

*Satisfit Adversariis.*

151. Opp. Sacræ Scripturæ videntur huic opinioni favere. Nam (*Act.* 18) inquit D. Paulus de Deo: *In ipso vivimus, movemur, & sumus*; & ad Rom. 11. *ex ipso, & per ipsum, & in ipso sunt omnia.* Jobi 2: *Excelsior cælo est, quid facies? profundior inferno, & unde cognosces? longior terra mensura ejus, & latior mari.* Hinc D. Gregorius (*hom.* 8 *in Ezechiel.*) ait: *Ponamus ergo ante oculos mentis, quæ illa natura sit, quæ tenet omnia, implet omnia, complectitur omnia, superexcedit omnia, sustinet omnia. Nec alia ex parte sustinet, atque alia superexcedit, neque alia ex parte implet, atque alia circumplectitur, sed circumplectendo implet, implendo circumplectitur, sustinendo superexcedit, superexcedendo sustinet.* Similia apud alios SS. Patres leguntur.

152. R. nos in Deo vivere, moveri, & esse, non quatenus Deus sit spatium, sed quatenus sua immensitate cuncta implet, nobis dedit vitam, quam conservat, nobisque suo immediato concursu est continuo præsens; hinc subdit Apostolus: *sicut & quidam vestrorum poetarum dixerunt, ipsius enim & genus sumus.* Per quæ patet aliorum textuum explicatio, eo enim omnia tendunt, vel ut Dei immensitatem sub similitudine corporalium nobis ostendant, vel ut nos doceant omnia a Dei virtute produci, conservari, durare, operari. Audiatur D. Thomas in citatum Jobi testimonium. *Dicendum, quia Sacra Scriptura tradit nobis spiritualia, & divina sub similitudinibus corporalium, unde cum trinam dimensionem Deo attribuit, sub similitudine quantitatis corporeæ quantitatem virtualem ipsius designat: utpote per profunditatem virtutem ad cognoscendum occulta: per altitudinem excellentiam virtutis super omnia:*

*per longitudinem, durationem sui esse: per latitudinem effectum dilectionis ad omnia.*

PROPOSITIO IV. *Spatium omnino vacuum non est impossibile.*

153. *Probatur* 1. Vacuum est possibile, si vacui idea sit plane diversa ab idea corporis, nullaque sit inter utramque necessaria connexio: res ita se habet, ergo &c. Major videtur certa: si enim spatium idem non sit cum corpore, jam poterit spatium esse sine corpore. Minorem vero probat Lokius ex ipsa controversia, quæ inter Philosophos fuit semper de existentia vacui; nisi corporis idea, qua imbuti sunt, aliud quid in se contineret præter nudam spatii ideam; nam tunc dubitando de universi plenitudine non minus absurdum foret quærere an spatium sit absque corpore: ac utrum spatium sit absque spatio, aut corpus absque corpore, cum hæc ejusdem ideæ nomina tantum diversa sint. Et certa idea spatii extensionem refert penetrabilem; idea autem corporis extensionem solidam, ergo sunt penitus diversæ. Quod vero hæ duæ ideæ nullam necessariam inter se habeant connexionem patet ulterius ex diversa utriusque origine. Idea soliditatis a nobis acquiritur ope tactus; idea vero extensionis ope visus: igitur, si numquam corpora tetigissemus, ideam haberemus extensionis, non vero soliditatis, ergo nulla inter istas est necessaria connexio. Id posito ita libet illustrare: objecti cavo speculo repræsentati imago quandoque extra speculum cernitur extensa, & penetrabilis, si quis ergo nihil vidisset unquam præter hæc penetrabilia idola, is certe haberet ideam extensionis, non vero soliditatis; ergo hæ duæ ideæ sunt diversæ, nullam necessariam inter se connexionem habent, possuntque idcirco separari; ergo vacuum est possibile.

154. *Probatur* 2 ex annichilatione. Deus potest, vel partem materiæ, vel totam redigere in nihilum.

nihilum. Destruat igitur omnia corpora, quæ clausum cubiculum replent, remanebunt cubiculi dimensiones, cum muri quiescant, & cuicumque extraneo corpori ingressum prohibeant: ergo dabitur vacuum inter ipsos. Rursus destruat Deus totum mundum, vel mundanam materiam in tres sphæras redigat; hæ tres sphæræ vel se tangent, vel non. Si primum: cum in puncto se tangere debeant, remanebunt inter earum convexitates vacua intervalla: si secundum: erunt inter ipsas distantiæ, vel dimensiones vacuæ, ergo saltem Dei virtute vacuum est possibile.

155. Respondent postremo argumento Cartesiani: in allata cubiculi vacui hypothesi parietes se tangere debere: nam illa se tangunt, inter quæ nihil mediat, sicuti contingeret destructis mediis omnibus corporibus. Addit P. Gerdillus, si hypothesis est possibilis, in hoc vacuo cubiculi spatio transferantur tot vacuæ extensionis pedes, quot spatii vacui dimensio continet: hæc addita dimensio vel primam augebit, vel non: primum implicat, cum parietes ponantur adamantini, & immobiles; si vero alterum dicas, jam vel in determinata dimensione, puta octo pedum, continebuntur 16 pedes dimensionis, quod repugnat; vel tantum erunt 8 quod est contra hypothesim penetrationis utriusque dimensionis. Quod si loco vacuæ extensionis transferantur totidem pedes solidæ extensionis, jam 16 cubici pedes extensionis occuparent 8 pedes dimensionis, quod absurdum est.

156. R. cum parietes ab intermediis corporibus non pendeant, ut existant, profecto non video, cur his ablatis, ad contactum ruere debeant, nisi dicamus extensionem esse corpus, ac propterea destrui una cum intermediis corporibus, adeoque supponamus, quod est in quæstione. Igitur in hypothesi, inter parietes remaneret capacitas recipiendorum corporum, quod sufficit, ne se tangere dicantur.

157. Ad alterum: translatio spatii est impossibilis, cum spatium sit immobile (n. 140), unde Gerdilli hypothesis falso laborat supposito. Deinde implicantia, ut 16 v. g. extensionis pedes ad 8 redigantur, oritur a soliditate: igitur ubi hæc deficiat, nulla repugnantia est, ut infiniti etiam materiæ pedes ad punctum occupandum transeant. Et certe nonne duo corpora per Dei virtutem penetrari possunt, sicque ambo occupare spatium, quod unum eorum prius replebat? Cur ergo absurdum erit, ut duo solidæ materiæ pedes recipiantur in duobus vacuæ extensionis pedibus, atque ex his 4 duo tantum habeantur pedes solidæ extensionis?

PROPOSITIO V. *Admitti in natura debet vacuum disseminatum.*

*Primum argumentum ex motu.*

158. Negato vacuo quocumque, foret impossibilis motus localis. Nam, ut corpus moveatur, necesse est corpus mobili contiguum ipsi locum cedat, in quo mobile recipiatur, nequit autem hoc secundum primo locum cedere, nisi ipsi detur locus ab alio sequenti sibi proximo: sicque deinde; at, ubi omnia sint plena, fieri nequit, ut unum corpus alteri locum cedat: finge enim omnia mundana spatia lapillorum fragmentis repleri, adeout nullum vel minimum inter ipsa vacuum existat, seseque propterea arctissime constringant, certe nullum poterit aliud e loco pellere, ipsiusque locum occupare, cum nullum sit spatium inane, in quo quod pellitur se recipiat; ergo negato vacuo impossibile est motus.

159. Respondent Cartesiani dari in mundo quamdam subtilem materiam, sive quemdam ætherem, cujus existentiam probat Gerdillus, ex eo quod in vacuo pneumatico recipiente, extracto quantum libuerit aere, quædam animalia diu vivant, ac consequenter sanguinis gaudeant circulatione, quam absque compressione atmosferæ fieri non posse demonstravit D. Drake: cumque aer ibi amplius

non

non habeatur, ſaltem craſſior, aptuſque ad ſanguinem in venas propellendum, ſequitur ſubtilem carteſianam materiam ab aere diverſam ibi hoſpitari. Igitur hæc ſubtilis materia corpora quæcumque circumdat, ac vorticoſo motu cietur, propterea recurrens ad mobilis terga eodem inſtanti quo corpus movetur, motum in pleno, efficit poſſibilem. Id confirmat Gerdillus hoc experimento: ſi in phiala aqua plena globus plumbeus immittetur, & exacte clauſa phiala invertatur, globus per aquam movebitur: at aqua comprimi nequit, ut experti ſunt Florentini, ergo motus ibi habetur abſque vacuo.

160. At omiſſa ſubtilis materiæ exiſtentia, quam non probat allatum a Gerdillo experimentum, in quo major tribuitur vis ætheri, quam rarefacto in recipiente aeri contra carteſiana principia; juxta quæ æther eſt levis, & cauſſa raritatis corporum, adeoque nullam poteſt in corpora exercere ſenſibilem vim; hæc certe ſubtilis materia partes habebit extenſas, inertes, ac ſolidas, proinde in pleno ejus motus pari modo repugnabit, ac motus corporum cæterorum, neque enim circularis etiam motus eſt poſſibilis in pleno; nam finge rotam pilis ferreis immobilibus undique compreſſam, hæc certe ad motum agetur numquam. Igitur vorticoſus materiæ motus, ac regreſſus ad mobilis terga explicabit quidem motus continuationem, non tamen initium motus. Quod ſi dicas cum Hobbio, & Genuenſi, nullum haberi motum in natura ſine altero præcedente, reponam tibi motus corporis ſpontaneos, quos certe nullus præcedens motus determinat, ſed tantummodo animæ imperium.

161. Ad experimentum dicimus: aquam comprimi aliquantulum poſſe, ut probabimus alibi; unde patet cur plumbeus globus moveri per aquam, in phiala clauſa poſſit; comprimit enim vel aquam vel aerem in ejus poris hoſpitantem, unde motus ejus fit ratione vacuolorum interſperſorum.

*Alterum argumentum ex corporum rarefactione, & condensatione.*

162. Eadem materiæ quantitas potest nunc per compressionem minus occupare spatium, nunc vero majus per dilatationem: sic aer v. g. ope aquæ in glaciem densatæ in spatium 1838 minus, quam antea reducitur, ut observavit Halesius; ope autem rarefactionis spatium 4000 & multo etiam majus occupat teste Musschembroekio. Quomodo autem explicari hæc poterunt, nisi vacui pori admittantur, quos in condensatione ingrediantur particulæ solidæ corporis, latius vero pateant; cum in dilatatione particulæ ab invicem recedunt?

163. Idem argumentum fiet clarius hoc geometrico ratiocinio. Si sphæra diametri = 1 dilatetur ad diametrum = 2, erit rarefactæ sphæræ superficies ad superficiem compressæ, ut quadrata diametrorum (*Geom. n.* 272): nempe 4 : 1; moles autem, ut cubi diametrorum (*Geom. n.* 274): sive 8 : 1. Jam vero subtilis materia, quæ in rarefactæ sphæræ cavitatem internam ingredi tempusculo dilatationis potest, erit superficiei, quam ambit, proportionalis: sed ratio superficiei est multo minor soliditate, sive interna implenda capacitate; ergo portio ætheris sphæram dilatatam primo tempusculo ingredientis non est sufficiens ad ejus implendam capacitatem, ergo aliquod ibi vacuum existere debet. Redeat nunc rarefacta sphæra ad primam compressionem, aer ipsi intimus egredietur tempusculo compressionis in ratione superficiei, quæ fit = 1: sed intimus aer replebat totam capacitatem, = 8, ergo compressionis tempusculo intra sphæram remanebit aer = 7 redactus ad spatium = 1, quod certe absque spatio nequit intelligi, nisi dicere velimus aeris particulas se penetrare.

164. Reponunt Cartesiani: contingere materiæ condensationem absque vacuo per solam expulsionem fluidissimi ætheris e poris, quos prius oc-

cupabat;

rupabat; rarefactionem vero per ejusdem materiæ intrusionem in poros, qui dilatantur: sicuti inquit, Genuensis, aqua, per suam intrusionem in ejus poros, rarefit, & congelat; per expulsionem vero eorumdem ope caloris factam solvitur, & densatur. Argumento autem geometrico respondet P. Monteiro negari posse hypothesim, vel dici posse materiam velocius ingredi per dilatatæ sphæræ poros.

165. Miramur hisce figmentis doctos etiam viros hærere. Si enim rarefactio fit per subtilis materiæ intrusionem, condensatio vero per ejusdem expulsionem, jam corpus rarefactum majorem obtinebit materiæ quantitatem, adeoque majus pondus, quam corpus densatum, quod experientia falsissimum demonstrat. Addo: de hac subtili materia quæri posse, num rara sit, num densa; si rara, erunt ergo ejus pori dilatati, adeoque alia subtili materiæ repleti, de qua rursus quæri poterit: num sit rara, num densa usque in infinitum procedendo. Si densa, profecto major ejus copia rarefactionem in corpore non producet.

166. Ad paritatem a Genuensi allatam quod attinet: quærimus ab ipso: cur omnia corpora tam firma, quam fluida, excepta aqua, frigore fiant densiora? deberent etiam æque fieri rariora, si ex intrusione salinarum particularum tantummodo oriretur glaciei expansio, cum frigus in omnibus corporibus a salinis particulis pendeat, quod alibi demonstrabitur; ex adverso cur omnia corpora caloris vi dilatentur? Itaque expansio aquæ in glaciem concretæ oritur ab effervescentia, quam in ipsa excitant hæterogeneæ particulæ, ut in loco dicetur. Nunc advertere sufficiat aquam, dum congelat, vix 12 sui voluminis parte dilatari; & quandoque nullam subire dilatationem, unde nulla ipsius comparatio cum ingenti expansione corporum rarafactorum, ac præcipue aeris (*n.* 162).

167. Si porro negetur hypothesis sphæræ se dilatantis ad duplam diametrum vel se condensan-

respectu solidorum distingui debere resistentiam: alia ex fluidi inertia oritur, alia ex particularum fluidi tenacitate. Prima proportionalis est materiæ quantitati; adeoque semper eadem manet in quacumque ejusdem materiæ divisione: altera vero diversa fit pro diversa corpusculorum figura; de prima resistentia procedunt nostra argumenta pro vacuo asserendo: secundam vero respiciunt Comihalis observationes, unde patet solutio.

*Satisfit Objectis.*

173. Opp. 1 ex Aristotele. Ubi omnia sint plena fit major universi perfectio: id porro ita exornatur a Leibnitio, ex principio rationis sufficientis, & ex Optimismo. Quidquid a Deo factum fuit, optimum productum est; ergo mundus optimam habet perfectionem: atqui major est in mundo perfectio, ubi omnia sunt plena, cum aliquid sit melius nihilo, ergo &c. Deinde, posito vacuo, nulla foret sufficiens ratio determinatæ figuræ in corporibus: nam hæc ratio non aliunde sumi potest, quam ex ambientibus corporibus. Tandem nulla quoque foret sufficiens ratio, cur corpora hunc, vel illum occupent locum, cum enim sint homogeneæ spatii partes, jam Deus sine sufficienti ratione corpora potius ad orientem v. g. quam ad occidentem locasset.

174. R. ad 1. Cum motus, corporum elasticitas, diversa specifica gravitas, ac resistentia ad universi perfectionem mirum in modum conferant: cumque ea phænomena, ex probatis, citra vacuum explicari nequeant, proculdubio vacuum ad universi perfectionem conducit. Quamvis igitur aliquid sit melius nihilo, quod ex se nullius perfectionis est capax, sit tamen nihil conditio necessaria, ut stet universi perfectio: quemadmodum umbræ picturæ perfectionem extollunt, & silentiorum interpositiones in cantu suavitatem promovent cantilenæ.

175. Ad alterum. Ratio sufficiens figuræ cor-

porum,

porum, non a circumambientibus sumenda est, sed ab ipsa corporum limitatione, ac finita extensione: vi cujus fit, ut sint circumscripta, & consequenter figurata.

176. Ad 3. Ratio sufficiens locorum corporis est voluntas Dei, de qua supra (*n.* 75).

177. Opp. 2 Genuensis. Fluidorum elasticorum particulæ ab omni parte æqualiter premuntur, ergo nullum est in rebus inane: etenim si fluido inane aliquod permisceatur, vis intelligi potest, qui fiat, ut quælibet fluidi particula undequaque prematur, ac fluidorum consistat æquilibrium.

178. R. nego conseq. Nam æqualis fluidorum pressio, sive æquilibrium in primis explicari potest cum Newtonianis ope attractionis: deinde consistere potest, etsi undique prematur fluidum a subtiliori fluido vacuolis intersperso, dummodo hæc vacuola majora non sint respondentibus fluidi particulis. Et certe, si prementis aeris pori dicantur pleni æthere, ut contendit adversarius, cum hic sit prorsus levis, vel certe multo minorem efficere debeat pressionem, quam aer, remanebit etiam a Cartesiano explicanda æqualis fluidorum pressio. Verum de æquali particularum fluidi pressione fusius in hydrostatica.

179. Opp. 3. Admisso vacuo disseminato, aer utpote rarissimus, copiosissimis vacuolis interrumperetur. Inde autem hæc duo sequuntur: primum, ut subobscurus apparere debeat etiam præsente sole, cum vacui pori luce orbati nigroris sensationem efficiant. Alterum est, ut particulæ aeris superiores descendere debeant ad replenda inferiora spatia, in quibus nullum offendunt impedimentum, idest disseminata vacuola.

180. R. ad 1. Cum lux in sententia nostra sita sit in particulis substantialibus a lucido corpore emanantibus, nunquam lux a sole, & stellis ad nos perveniret, nisi per vacuos poros aeris ipsi pateret aditus. Multa itaque inania spatiola in aere pervaduntur a lucidis particulis præsen-

te

te sole; multa etiam vacua prorsus remanent; neque tamen subobscurus apparet aer ob ingentem luminis velocitatem, qua fit, ut plures spatii partes successive peragrans, totum spatium eodem tempore lucidum exhibeat: qua etiam de caussa ignita virga in gyrum velocissime acta lucidum continuum circulum oculis repræsentat; & vitrum illuminatum apparet totum splendidum licet ejus solidæ partes a luce non penetrentur.

181. Ad alterum: ut particulæ aeris superiores ad inferiora vacuola occupanda descenderent, necesse foret superiores essent inferioribus graviores, & subjectis poris minores. At primum falsum est, cum aer ascendendo rarescat, leviorque fiat: sed etiam alterum falsum est, cum particulæ aeris, utpote fortasse sphæricæ, se in puncto contingant, unde interjecta spatiola sunt ipsis spheris minora.

*De coacervato newtoniano vacuo, tum de peripatetico horrore vacui ( n. 136 ), erit in Physica particulari opportunior disputandi locus.*

## ARTICULUS II.

### *De extensione solida, sive impenetrabili, ubi de materiæ divisibilitate.*

182. *Hypoth. Soliditas* sumpta pro impenetrabilitate molissimis etiam, ac fluidis corporibus convenit. Accipe vasculum, ejusque interno fundo aridam chartam infige: tum vas in aqua totam perpendiculariter immerge, aer in vasculo hospitans ab introeunte aqua condensatur prope internum vasis fundum, ibique collectus soliditate sua impedit, ne aqua fundum attingat, ut extracto vase, chartæ ariditas ostendit. Simile quidpiam contingit in campana urinatoria, quæ est machina instar campanæ ex plumbo fusa, intra quam urinator ad mediam staturæ suæ altitudinem supra alligatum scabellum insidet; in hac enim campana in mare perpendiculariter immersa nihil aquæ ad fundum ingreditur, ubi sistens urinator ad maris craterem pervenit, ac deperditas

nau-

naufragio merces perquirit. Aer ergo utcunque fluidiſſimus, tamen ſolidus eſt cum excludat corpora e loco, quem occupat.

183. *Animadv.* Circa extenſionem ſolidam celeberrima oritur quæſtio: num ab extenſis partibus usque in infinitum diviſibilibus componatur, num vero ex partibus numero finitis, & inextenſis, quam quæſtionem vocant *compoſitionem continui*.

## *Opiniones Philoſophorum*.

184. *Ad continui compoſitionem evolvendam duæ ſunt oppoſitæ Phyſicorum ſententiæ. Prima erit Ariſtotelica, juxta quam pars quælibet vel minima continui poteſt in alias minores, ac minores usque in infinitum dividi. Huic adhæſerunt Peripatetici, tum Carteſiani ac Geometræ pene omnes. Altera eſt Zenonis, qui extenſum ex finito punctorum inextenſorum numero componi arbitratus eſt* (*n.* 57).

185. *Ad infinitæ diviſibilitatis aſſertores referri poſſunt Athomiſtæ, qui ex* minimis phyſicis *extenſa evaleſcere dixerunt, ſunt autem hæc* minima phyſica, *ſive athomi, corpuſcula quædam tenuiſſima, quæ tamen aliqua donantur magnitudine, & extenſione; propterea ſuas partes habent non tamen diviſibiles, quia ſolidiſſima ſunt, inanique carent, ſed per ſolam mentis deſignationem eorum partes diſtinguuntur. In eo igitur a ſenſibili corpore differunt athomi continuum componentes, quod corpus habet partes, quæ fuerunt aliquando ſeparatæ, poſſuntque ſeparari: athomus vero partes habet, quæ fuerunt ſemper conjunctæ, ac nunquam diſſolvi poſſunt. Hanc continui ſtructuram amplexi ſunt Gaſſendus, Nevvtonus, Muſchembroekius, & Recentiores ferme omnes*.

186. *Zenoniſtica puncta æmulatur Wolphius in eo a Zenone diſcedens, quod prima rerum elementa indiviſibilia quidem, & inextenſa dixerit, ſed* ul-

*ulterius inter ſe diſſimilia* (*n.* 57); *cum puncta zenonica omnino ſimilia ſupponantur. Ad hoc etiam ſyſtema referri debet Boſcoviſchii theoria, quam legere eſt præcipue in ſecunda parte diſſertationis* de lumine, & *in diſſertatione* de lege continuitatis: *per ipſum enim corpus ex determinato punctorum numero coaleſcit* (*n.* 58), *quæ per extenſum ſpatium aliquo intervallo diſtant*: *adhuc tamen corpus in infinitum diviſibile eſt, quia nempe, ubi ſectionum numerus ſuperet numerum punctorum, jam non ipſa materia ſecatur, ſed ſecantur vacua intercepta ſpatiola, quæ quidem ſpatii imaginaria diviſibilitas nihil aliud eſt, quam poſſibilitas aliorum punctorum inter puncta realia interſerendorum*.

187. *Animadv.* In hac dirimenda famigeratiſſima controverſia, quæ a duobus pluſquam mille annis Phyſicorum exercet ingenia, Veteres, ac Recentiores potiſſimum Geometriam in ſubſidium vocarunt. Præſtabit igitur de uſu Geometriæ in hac phyſica lite aliquid prænotare, antequam ſententiam noſtram aperiamus.

188. *Definitiones. Magnitudo*, vel *quantitas* eſt multitudo partium unum totum componentium. Hujus ſex ſunt ſpecies: nempe quantitas *molis*, *numeri*, *temporis*, *motus*, *ponderis*, *virtutis*.

189. Magnitudo abſolute *infinita* vel *infinite magna* ea eſt, quæ ad quamlibet ſui generis magnitudinem habet rationem qualibet aſſignabili majorem: hæc a Scholaſticis vocatur *infinitum categorematicum*, cui nempe, utpote completo, nulla fieri poteſt additio, quodque ab Ariſtotele definitur (*lib.* 1. *de Cælo*) *id, quo non eſt majus nec eſſe poteſt*. Licet nulla hujuſcemodi quantitas exiſtat, poteſt tamen mente concipi magnitudo quamcunque aſſignabilem excedens, quæ proinde dicetur *relative infinita*. Hanc Scholaſtici nominant *Infinitum ſincategorematicum*, de cujus natura eſt, ut in ejus diviſione, vel numero limites ſtatui nequeant.

190

190 Magnitudo *infinitesima*, vel *infinite parva* appellatur; quæ ad sui generis finitam magnitudinem comparata rationem habet qualibet assignabili minorem. Divide lineam in duas æquales partes, harum dimidiam biseca; habebis quartam totius lineæ partem, quam rursus divide, & habebis octavam, & sic progredere usque in infinitum, partes in infinitum decrescentes in ratione subdupta erunt infinitesimæ.

191 *Scholion* I. Infinite magni, & infinite parvi *nomina sunt relativa; hinc eadem quantitas, quæ finita seipsa est, potest dici infinite magna respectu unius, & infinite parva respectu alterius: v. g. altitudo montis dici poterit, quoad sensus*, infinite magna *respectu granuli arenæ, &* infinite parva *respectu distantiæ fixarum. Similiter, cum mens concipit partem infinitesimam respectu unius quantitatis finitæ, tum potest concipere aliam infinitesimam, quæ ad primam infinitesimam habeat rationem quacumque assignabili minorem, atque prima infinitesima dicitur* primi ordinis, *altera* secundi, *sicque deinceps* tertì &c. ordinis *infinitesimas possumus imaginari*.

192. *Scholion* II. *Quantitas finita ad infinite parvam comparata, juxta Geometras; se habet ut* 1 *ad* o. *Hinc est, quod quantitas finita eadem semper manet, sive ipsi addatur, sive ab ea subducatur quantitas infinitesima, cum* 1 : o, *vel* o ± 1 = 1: *patet propterea veritas euclidei theorematis*: quantitates duæ sunt æquales, si differentia sit qualibet assignabili minor. *Idem dicendum de finita multitudine quantitatum infinite parvarum: siquidem quantitas infinite parva per finitum quemvis numerum multiplicata dat majorem, sed tamen infinitesimam quantitatem; sicuti finita quantitas in finitum quemvis numerum ducta dat majorem, sed tamen finitam quantitatem. Id autem clarius intelliges hac ratione: Sit quantitas infinitesima* a: *multiplicetur per finitum numerum* n, *dico productum* an *esse infinitesimum: nisi hoc verum foret, jam aliqua finita quantitas*

196. *Probatur* 2 instituto examine quorumdam demonstrationum Geometriæ, quæ ad hanc rem adduci solent. Ex multis, quæ videri possunt apud Musschembroekium, Petrum Martinum, Desagulierum, Gravesandium, Kellium, Joannem Bapt. a Turre, Fortunatum Brixiensem, aliosque, unam tantummodo seligo, ex cujus falsitate patebit, quid de aliis sit sentiendum. Itaque, qui materiam in infinitas partes dividi posse contendunt, ita ex Geometria argumentantur: describantur duo circuli inæquales, sed concentrici, tum a majoris peripheriæ singulis punctis ducantur in centrum totidem rectæ; hæ, cum non concurrant, nisi in centro, secabunt minorem circulum in totidem distinctis punctis, ergo si numerus partium in majori circulo esset finitus, jam circulus major foret æqualis minori, quod perabsurdum est. Optime quidem: nunc dictam demonstrationem sensibili physico corpori applica: profecto sectionis puncta opus est sint aliquid, sive quid extensum, cum ex nullitatibus corpus physicum coagmentari minime possit. Itaque etiam lineæ secantes extensa puncta erunt extensæ. Concipe ergo circulum majorem habere 4 circumferentiæ pedes, sive pollices 48, ac consequenter lineas 576 ( *Geom. n.* 19 ), quæ in centrum duci poterunt. Minor inscriptus circulus ita centro proximus sit, ut 50 linearum superficiem habeat; nonne impossibile erit lineas 576 a majori circulo ductas in distinctis punctis transire posse per peripheriam minorem linearum 50? Est ergo impossibilis in natura talis circulus, ad cujus centrum tantummodo radii omnes concurrant. Simili modo de aliis quibuscumque Geometriæ theorematis loquendum erit, quæ sensibilibus corporibus applicentur, ergo vanæ sunt mathematicæ demonstrationes, cum ad physica continua transferuntur.

197. *Probatur* 3 ex contradictione Geometriæ demonstrationum, quæ ad continui compositionem traducuntur. Nam, quemadmodum osten-

dunt

ſunt Geometræ, quamlibet vel minimam extensionis partem in infinitum esse divisibilem, ita ex adverso probant existere indivisibilia: etenim quæcumque recta perpendiculariter incidens in extremitate alicujus semidiametri tangit circulum in puncto prorsus indivisibili (*Geom. n.* 140): duo circuli excentrici, quorum unus alteri sit inscriptus se tangunt in puncto (*ex Euclide lib.* 3, *pr.* 13): angulus contactus est prorsus indivisibilis (*Geom. n.* 142), & quamvis in infinitum augeatur, numquam potest angulum rectilineum superare, ut alia plura omittam. Igitur Geometriæ demonstrationes, & partes continui in infinitum extensas, & simul puncta dari inextensa evincunt, ergo ineptæ sunt ad physici corporis constitutionem determinandam.

198. *Corollarium.* Quæ docent Geometræ de infinite parvis quantitatibus, earumque infinitis ordinibus (*n.* 189), puræ hypothesis limites non excedunt, quosque aliunde demonstratum non fuerit continui partes esse in infinitum divisibiles.

199. *Scholion. Ex his, quæ hactenus disputavi, nolim inferas: ad physicas veritates promovendas omnino inepta esse Geometriæ theoremata; magna enim esse usui in rebus physicis fatemur, quod clarius ex dicendis apparebit. Cavendum tantummodo est, ne omnia, quæ Geometræ effingunt, vel postulant, in natura existere putemus, est enim hic Geometriæ abusus maximorum errorum fœcundissima origo; sicuti admonent viri omnes præjudiciis vacui* (Bened. Castellus Optique de Couleurs).

PROPOSITIO II. *Inextensa nequeunt componere extensum.*

200. Pr. Duo inextensa vel se invicem tangunt secundum totam suam entitatem, vel secundum partem aliquam. Si hoc secundum dicas, jam erunt extensa, cum partes habeant diversum locum occupantes. Si vero primum, ergo majus spatium

spatium duo inextensa non occupabunt, quam unicum dumtaxat, adeoque rem extensam componere non poterunt. Quæ quidem ratio cum æqualiter militet de quibuscunque inextensis, quæ duobus hisce prioribus addantur, compertum est ab inextensis, licet in infinitum multiplicatis, extensum coalescere non posse. Et certe: pars nequit dare toti id, quo ipsa caret, ergo nequit inextensum toti dare extensionem, cujus ipsa pars est expers: sic, quia infiniti cæci videndi carent facultate, quamtumvis multiplicentur, nequeunt unum videntem constituere: & infiniti Angeli, quia extensionis expertes, nequeunt uniti corpus extensum componere. Rursus, inquit Volterius, inter ens simplex, & extensum nulla proportio est, ergo sicuti ex ferreis, aut plumbeis micis invicem unitis nequit aurum concrescere, ita non potest ab inextensis fieri extensum.

201. *Corollarium* I. Quælibet vel minima physici continui pars mente concipitur in infinitum divisibilis. Nam quælibet vel minima physici continui pars est extensa, cum corpus componat extensum (*n.* 200): sed quod est extensum, jam est in partes divisibile, ut patet, ergo quælibet vel minima physici continui pars est in infinitum divisibilis.

202. *Corollarium* II. Etiam Epicuri athomi (*n.* 185.) sunt in infinitum divisibiles: utcunque enim minimæ dicantur, sunt tamen extensæ, ac figuratæ, habent ergo superiorem, & inferiorem superficiem, partem dexteram, ac sinistram, ergo habent distinctas partes, adeoque sunt divisibiles saltem mente. Et sane, inquit Gerdillus, si hæ athomi sunt figuratæ, concipere possum aliquam ex his sphæricam; jam vero intra sphæram possum distinguere cubum, intra cubum aliam minorem sphæram, sicque deinceps, cum id figuræ ideis necessario conveniat: igitur athomus partes habebit distinctas, mobiles, ac saltem mente divisibiles.

203

203. *Corollarium* III. Puncta Zenonis, monades Leibnitianæ, & puncta Boſchovichiana ſunt a naturæ regno profliganda; non enim poſſunt componere corpora extenſa (*n.* 200), de quorum conſtitutione hic diſputamus.

204. Multa reponunt indiviſibilium elementorum fautores, ut probent ex inextenſis fieri extenſum. Primo inquiunt Leibnitiani: ex non numeris, ideſt ex unitatibus, quæ non ſunt numeri, fit numerus; itaque etiam ex non extenſis fiet extenſio. Item ex militibus, quorum ſinguli non ſunt exercitus: fit exercitus: a pari ex non extenſis fiet extenſio; ſiquidem partes totum aliquod componentes totius naturam habere non debent. Itaque putandum non eſt elementa extenſionem componere, quatenus uniantur, ſeque tangant ſecundum aliquas facieculas, & cava conveniant plenis, & plena cavis; ut ſaxa calce concreſcunt: uniuntur enim per vires activas, quibus ſunt ornata, quatenus unum, inquit Wolphius, alterius exigit coexiſtentiam juxta ſe, ita ut nullum aliud interponi ipſis poſſit, niſi unione ſublata, atque hoc modo primitiva corpuſcula continuum extenſum componunt. Addit Boſchovichius totam corporis extenſionem non eſſe à punctis indiviſibilibus, e quibus coaleſcit compoſitum, ſed a ſpatio extenſo punctis intercepto (*n.* 186). Tandem phyſicorum punctorum aſſertores ajunt extenſum indiviſibile non repugnare, cum ſpiritus, v. g. anima humana, aut Angeli ſint indiviſibiles, poſſint tamen extenſive exiſtere, rebuſque extenſis æquari citra ullam partium phyſicarum neceſſitatem, unde non repugnat extenſis athomis indiviſibilitas (*num.* 185).

205. Verum, quæ primo loco afferunt Leibnitiani, facili negotio evertuntur attento diſcrimine inter continuam, ac diſcretam quantitatem (*n.* 129); quantitas enim *diſcreta* nihil aliud exigit, quam partium pluralitatem, ſive aggregatum plurium, quæ diviſa ſint. At *continua* quanti-

tas partes exigit distinctas, ac physice connexas. Nunc intelliges, quare ex unitatibus fiat numerus, ex militibus exercitus; nam & numerus, & exercitus est quantitas discreta pluralitatem partium exigens, sive multitudinem unitatum. At quantitas, sive extensio continua partes exigit physice connexas, quarum una sit extra aliam, ita tamen una sit alteri unita, ut inter ipsas nulla alia pars interponi queat: quomodo autem partes continui se tangent, simulque una erit extra aliam, si fuerint inextensæ? Id certe intelliget nemo, cum partes inextensæ debent necessario in unum confluere (*n.* 260).

206. Cum vero ajunt partes naturam totius non habere, sicuti partes oculum componentes non sunt oculi, distingui debent in toto ea, quæ ipsi essentialia sunt, ut est totum, ab iis, quæ essentialia ipsi sunt ratione materiei, ex quo fit. Sic horologio, ut est tale compositum, est essentialis apta, & concinna rotarum dispositio: ut autem est ex ferro, est ipsi essentialis durities, pondus &c. Primi generis attributa singulis partibus non convenire evidens est: at secundi generis proprietates, cum e partibus singulis oriantur, & toti, & partibus sunt essentiales. Sic igitur partes oculi non sunt oculus, prout certam humorum, ac membranarum dispositionem importat, at oculi partes sunt pellucidæ, cum ex his habeat oculus, ut sit pellucidus. Cum itaque toti corporeo competat extensio ratione partium, hæ quoque extensæ esse debent.

207. Neque urgeas cum Leibnitianis extensionem esse merum phænomenon in sensibus nostris ortum ex confusa plurium simplicium perceptione, sicuti cæteræ sensibiles qualitates, puta frigoris, caloris &c. sunt phænomena in sensibus nostris facta: cur enim apparentes erunt qualitates omnes sensibiles, non item vero extensio? Addit Domina Duchastelet: ex simultanea confusa plurium inextensorum perceptione fieri

perce-

perceptionem extenſionis, ſicuti ex ſimultanea perceptione plurium inſenſibilium fit perceptio rei ſenſibilis: vel ſicuti ex ſimultanea perceptione omnium pictæ imaginis partium fit perceptio totius imaginis, quæ tamen evaneſcit, ſi partes diſtinctas ſingillatim inſpiciamus.

208. Verum inauditum prorſus eſt Leibnitianorum paradoxum: extenſionem eſſe phænomenon, ac puram ſenſuum noſtrorum impreſſionem, non autem abſolutam, & primitivam materiæ adfectionem contra communem Philoſophorum ſenſum, ac etiam experientiam, qua certi ſumus nihil a nobis concipi poſſe materiale, & corporeum, quin exhibeatur cum extenſione; id quod perſpicue demonſtrat extenſionem ad primarias materiæ proprietates ſpectare juxta newtonianam philoſophandi regulam (*n.* 12); ex qua patet diſcrimen extenſionis a ſenſibilibus qualitatibus frigoris, caloris &c. quæ neque ſemper, neque eodem modo in corporibus omnibus apparent. Deinde, ſi extenſio eſt purum phænomenon, certe non erit mere ideale uti Idealiſtæ putant, ſed erit aliquid exiſtens, ſive cauſſam habebit exiſtentem: at hæc exiſtens cauſſa non alia eſſe poteſt, quam extenſio elementorum, quæ extenſionem ſenſibus exhibeant, ſicuti cauſſa aliarum qualitatum ſenſibilium eſt figura varia particularum; igitur, ne phænomenon hoc extenſionis abſque ſufficienti ratione admittamus, opus eſt dentur extenſa elementa.

209. Ad paritatem picturæ quod ſpectat nulla inſtitui poteſt comparatio inter pictæ imaginis partes, quæ ſeparatæ ſunt etiam ſenſibiles, & inter monades, quæ inſenſibiles ſunt, ac penitus nullæ, quæque propterea etiam unitæ nullam in ſenſibus impreſſionem efficere queunt, cum per unionem neque augmentum molis, neque extenſionis acquirant (*n.* 200). Adde imaginem pictam ſolum percellere oculorum ſenſum, extenſionem vero in alios etiam ſenſus impreſſionem facere.

210. Sed ad principale argumentum redeundo, profecto non intelligimus, quomodo ex coexistentia inextensorum fiat extensum. Quid enim addit elementis inextensis hæc coexistentia, præter multitudinem? At multitudo extensionem non parit, alias coexistentia plurium spirituum rem extensam componeret: neque per unionem plurium potest eorum natura immutari.

211. Boscovichii autem theoria innititur legi continuitatis, quam non omnino certam esse infra probabitur. Deinde ipsa continuitatis lex, cui tantum fidit Boscovichius, ejus systema pessumdat omnino. Nam textura corporis juxta Adversarium, est aggregatum simplicium punctorum numero finitorum certis intervallis a se invicem distantium (n. 186), adeout in quovis corporeo volumine nullus habeatur verus mathematicus contactus, & infinite plus vacui spatii existat, quam partium solidarum (*P. Boscovich. lib.* 5 *de Def. Solis*, & *Lunæ*, *nota* 64): est autem per Boscovichium spatium vacuum nihil reale, sed ens plane imaginarium: ergo in quovis corpore perpetuus saltus habetur ex punctis realibus ad nihil, ex nihilo ad puncta realia, nullis interpositis gradibus. Sed & alia plura Boschovichianam theoriam evertunt. Nam elementa ponuntur simplicia, & inextensa, totaque extensio est a spatio, quod est ens imaginarium: igitur corporum extensio non erit realis, sed imaginaria. Nullus admittitur verus corporum contactus contra sensuum evidentiam: virium conversiones de attractivis in repulsivas, & vicissim, earumque pene infiniti limites statuuntur sine ulla sufficienti ratione. Igitur fabulis tota hæc opinio amandanda.

212 Tandem dari extensa, simulque indivisibilia manifestam implicat contradictionem, cum extensum sit illud quod partes habet extra partes (n. 128): cujusque partes diversum exigunt occupare locum; rursus figuram aliquam habere debeat, cum qua indivisibilitas componi nequit

(n.

(*n.* 202). Cum vero indivisibilitatem extensioni non opponi probant Adversarii paritate spiritus, qui exsensum spatium occupare potest, proculdubio ignotum per ignotius explicant, atque supponunt posse spiritum coextendi spatio, perinde ac corpus, quod nullus dicet unquam (*Metaph. n.* 196): vel enim id fieri nullo modo potest, vel si dicatur posse spiritum spatio coextendi, id fiet per quamdam suæ virtutis præsentiam, non vero per veram, physicamque sui extensionem (*Metaph. n.* 193, & 196).

## *Diluuntur Objecta.*

213. Opp. 1 ex Wolphio Genuensis. Si corpus quodlibet est in infinitum divisibile, corpus quodlibet est unio modorum sine substantia. Nam si hoc; jam in corpore nulla est pars simplex, ergo nulla erit substantia, cum substantia a nulla re pendere debeat; composita autem intrinsecus pendeant a componentibus.

214. R. totum argumentum falsæ inniti substantiæ ideæ, quod nempe substantia a nullis constituentibus partibus pendeat; si enim hæc foret substantia, proculdubio nulla daretur in mundo substantia præter spiritus, & monades leibnitianas, cum quæcumque alia res partibus intrinsecus constituatur; hinc neque homo foret substantia, quod ab anima,, & corpore, tamquam a componentibus intrinsecus pendeat. Itaque substantia illa est, quæ per se subsistit absque ullius fulcimento (*Logicæ num.* 18, *Ontol. n.* 19): cumque partes materiæ, utcumque divisibiles, subjectum non exigant, cui inhæreant, erunt veræ substantiæ, etsi a componentibus tamquam a materiali caussa pendeant (*legatur n.* 69).

215. Opp. 2. In hac sententia illud sequitur maximum absurdum: nempe infinitum contineri in finito; hinc de finita extensione ea omnia dici possent, quæ de infinita asseruntur: puta, quod nullis terminis concludatur; quod ejus

partes numerari nequeant: quod sit infinita, utpote partes habens extensas numero infinitas, quod contineat quidquid in genere magnitudinis possibile est. Sed hæc & falsa, & absurda sunt, ergo &c.

216. R. concedo in finita extensione numerum infinitum contineri. Dum porro id absurdum esse pronunciant Adversarii, distinguimus propositionem, si in finita extensione contineatur infinitus numerus partium finitarum concedo; si contineatur infinitus numerus partium infinitesimarum nego. Ostensum jam fuit finitum numerum partium infinite parvarum non constituere, nisi quantitatem infinite parvam ( *num.* 192 ), hinc earumdem partium infinitesimarum numerus infinitus non dat nisi quantitatem, quæ absolute est finita, licet dici possit infinita respectu singularum infinite parvarum (*n.* 191 ). Atque hinc fluit responsio ad cætera, nempe, cum quantitas sit absolute finita, licet ejus infinitesimæ partes numerari nequeant, suis tamen concluditur terminis, neque infinitam habet extensionem, quia ejus infinitæ partes habent infinitesimam extensionem, neque continet omnem possibilem quantitatem, cum id soli absolute infinitæ quantitati possit convenire.

217. Inst. Data infinita divisibilitate, in qualibet materiæ parte haberentur partes majores, ac majores in infinitum: sed ubi habentur partes majores, ac majores in infinitum, ibi habetur extensio absolute infinita, ergo &c.

218. R. dist. majores haberentur partes majores, ac majores in infinitum, sed tamen infinitesimæ, conc. infinitæ, nego maj. & pari modo distincta minori, nego conseq. Partes in infinitum majores, quarum tamen singulæ sint infinitesimæ, non constituunt nisi finitam magnitudinem, sicuti infinitæ infinitesimæ secundi ordinis non dant nisi infinitesimam primi ordinis (*n.* 191 ).

219. Opp. 3. Si finita quantitas ex infinitis partibus coalesceret, jam omnia corpora forent æ-

qualia, quia haberent æqualem infinitum numerum partium. Secundo: daretur unum infinitum majus alio: nam linea bipedalis est major linea pedali, & tamen utraque est in infinitas partes divisibilis. Tertio: hic numerus infinitus partium vel est par, vel dispar; si par, addito uno fiet dispar; si dispar, addito uno fiet par; sed infinito nihil addi potest, ergo &c. Tandem ala unius muscæ totum mundum implere poterit, cum in infinitas subtiliores alas divisibilis statuatur.

220. R. Posse in primis negari omnem infinitum numerum esse alteri infinito numero æqualem: nam dato infinito numero hominum, certe esset major numerus oculorum, major numerus dentium, & adhuc major numerus capillorum. Deinde æqualis numerus partium non dat magnitudinum æqualitatem, nisi insuper partes in utraque quantitate sint magnitudinis æqualis: sic circuli omnes in 360 partes dividuntur, neque tamen omnes æqualis sunt magnitudinis (*Geom. n.* 24).

221. Ad secundum. Licet repugnet in creatis unum infinitum absolutum, sive *categorematicum* majus alio (*n.* 189): non tamen impossibile est unum infinitum relativum, sive *sincategorematicum* alio majus, uti patet de infinita hominum multitudine.

222. Ad 3. Numerus infinitus a nobis adæquate concipi nequit. Nam infinitus numerus is est, qui & pares, & dispares transcendit, omnesque intra se complectitur. Neque inde inferri potest hunc numerum esse impossibilem, qui nempe neque sit par, neque dispar, sed omnes superet, sitque alternando, modo par, modo dispar, nullumque finem habeat unquam: si enim concipi a nobis posset, non foret infinitus.

233. Ad 4. Quod absurdum putant Adversarii, possibile demonstrarunt Gravesandus, Keillius, aliique Mathematici illo theoremate: *Data quavis materiæ particula, quantumvis exigua, & dato spatio quovis infinito utcumque amplo, possi-*

*bile esse, ut materia hujus particulæ per totum illud spatium diffundatur, ipsumque ita adimpleat, ut nullus sit in eo porus, cujus diameter minimam datam lineam superet*. Sed abstineamus in hac quæstione a Geometria (*n.* 193): si enim attendamus in quas miræ subtilitatis particulas arte, vel natura possit una materiæ particula physice resolvi, de quo sequenti propositione, objecta impossibilitas evanescet.

224. Opp. 4. Ut motus habeatur, necesse est percurrantur singulæ spatii partes: at in nostra sententia spatium infinitis partibus componitur; infinitæ autem partes percurri nequeunt, ergo foret impossibilis motus: Deinde, ut una hora transeat, necesse est omnes ejus partes transeant; sed infinitæ partes transire nequeunt, ergo &c.

225. R. infinitas tum spatii, tum horæ partes esse infinitesimas, quæ simul sumptæ constituunt & spatium, & tempus finitum (*num.* 216), propterea neque motus est impossibilis, neque transitus unius horæ.

226. Cæterum videant Zenonistæ, ne in eorum potius sententia certissimæ motus leges corruant, sintque omnes motus æque veloces. Si enim & tempus, & spatium indivisibilibus punctis coalescunt, non poterunt sane corpora ad motum acta plus, vel minus uno spatii puncto singulis indivisibilibus momentis peragrare. Ut ut enim velocissime moveantur, in uno percurrendo puncto minus uno instanti impendere nequeunt; ut ut autem tardissime moveantur, in uno instanti minus uno spatii puncto nequeunt percurrere. Omnia ergo corpora singulis momentis totidem spatii puncta peragrabunt, adeoque æquali velocitate movebuntur. Fingunt quidem Zenonistæ tardiori motui interjectas morulas, ut eumdem a velociori distinguant. Verum has fictitias morales a continuo motu experientia ipsa satis superque excludit.

227. Opp. 5 Bælius (*art. Zenon*). In hac opinione

nione duo sequuntur prorsus contraria; nempe impossibilem esse contactum partium immediatum: ac dari partium solidarum penetrationem. Primum probat hoc modo: quælibet extensionis pars ab alia distat infinito particularum numero; ergo impossibilis est immediatus contactus. Alterum hoc exemplo demonstrat: pila tormentaria aliquo colore infecta supra tabulam moveatur; profecto tabulam continget, cum id & pilæ gravitas, & coloris in tabula vestigium exigant. Jam vero hæ pilæ, & tabulæ partes, quæ se tangunt, sunt in infinitas partes divisibiles secundum longitudinem, latitudinem, & profunditatem, ergo secundum suam profunditatem se tangunt, ergo penetrantur. Addunt alii, ut ostendant existere indivisibilia: potest Deus unius corporis partes omnes destruere, una tantum illarum conservata, sed hæc non coalesceret ex aliis partibus, cum omnes supponantur destructæ, ergo esset indivisibilis.

228. R. primum absurdum etiam posita finitâ materiæ divisibilitate locum habere. Nam illa se minime tangunt, quæ finito quovis partium numero distant ab invicem. Alterum etiam absurdum Zenonistis objici potest: etenim, si pila tormentaria punctis componitur, hæc puncta dum tangunt tabulæ puncta, penetrabuntur cum illis, se enim tangunt secundum se tota, ut proinde in idem spatium concurrant & bina, & millena puncta (*n.* 200).

229. R. itaque directe: corporum contactum haberi immediatum, cum inter eorum extremas superficies nulla est distantia. Jam vero corpora quæcumque, etsi in infinitas partes divisibilia, suos terminos, suasque superficies habent, suntque absolute finita (*n.* 216); quid igitur obstat ne inter extremas superficies duorum nulla sit distantia, adeoque contactus habeatur? At sunt superficies istæ in longum, latum, & profundum divisibiles. Ita sane; ergo se penetrabunt? minime gentium: illa enim penetrantur, quæ eum-

dem prorsus locum occupant; sed istæ superficies sunt quidem in locis contiguis, sed tamen diversis, ergo se non penetrabunt.

230. Ad alterum. Nulla est pars materiæ, quæ non sit extensa (*num.* 200). Quare dum dicitur: Deum posse unam materiæ partem conservare aliis destructis, id intelligi debet de parte aliqua extensa, ac consequenter divisibili, non vero de parte inextensa, cum hujuscemodi partes inextensæ in rerum natura non existant.

231. Opp. tandem P. Bosovich (*Dissert. de natura, & usu infinit. & infinite parvorum*). Hæc sententia innititur doctrinæ infinitesimorum, quæ prorsus est falsa. Nam, si datur quantitas aliqua infinite parva, ea continebitur infinito numero in quavis quantitate finita, ut in palmo. Hinc incipiendo a parte sinistra palmi, erit aliqua pars infinitesima a nobis inassignabilis versus dexteram partem, quæ erit prima, secunda, tertia, & ita porro. Similiter incipiatur a parte dextera versus sinistram: erit aliqua secunda, tertia, & ita porro. Jam vero priores illæ, quæ ex parte sinistra jacent, relinquunt post se versus partem dexteram numerum earum partium infinitum, cum ferme totum palmum relinquant: illæ autem, quæ erant priores ex parte dextera, relinquunt versus dexteram partem numerum finitum: nam prima nihil relinquet, secunda unicam, tertia binas, & ita porro. Duæ igitur erunt in palmo particularum classes, quarum una versus dexteram relinquet numerum infinitum, altera numerum non infinitum. Particulæ, quæ ad secundam classem pertinent, esse debent omnes numero infinitæ, alias postrema ex iis, quæ pertinent ad primam Classem, non relinqueret post se numerum infinitum, adeoque ad eam classem non pertineret. Rursus hæ particulæ, quæ pertinent ad secundam classem, esse debent numero non infinitæ: si enim essent numero infinitæ, prima illa, quæ

has

tas omnes relinquit post se, relinqueret numerum infinitum, ac proinde non ad secundum, sed ad primam classem pertinuisset, ergo una aliqua particula, & relinquet post se numerum partium infinitum, & non infinitum, quod absurdum est. Et sane destruat Deus omnes particulas pertinentes ad primam classem, remanebunt, quæ pertinent ad secundam, atque hæ erunt numero finitæ, cum pertineant ad secundam classem; non erunt autem numero finitæ, quia jacebant post particulas spectantes ad primam classem, quæ post se relinquunt particulas numero infinitas: ergo in unica particula transitus habebitur ab infinito ad non infinitum; sed hoc repugnat, ergo doctrina infinitesimorum, cui innititur opinio nostra, est prorsus falsa.

232. R. Primo doctrinam infinite parvorum non esse fundamentum, sed corollarium nostræ opinionis (*n.* 298). Deinde totum argumentum æque urgeri potest contra Boschovichii theoriam, quæ statuit imaginariam spatii divisibilitatem in infinitum (*n.* 186), cum enim hæc imaginaria spatii divisibilitas sit possibilitas infinitorum punctorum inter puncta realia interserendorum, jam palmus spatii v. g. infinita puncta capere potest, contra quæ militat objectum argumentum, ut manifestum est.

233. Cæterum distingui debent in quantitate continua partes sensibiles ab insensibilibus, & infinitesimis. Primæ sunt numero finitæ, ac determinatæ, adeoque contra istas vim non habet Adversarii argumentatio. Si vero de insensibilibus, & infinite parvis loquamur, una tantummodo est earum classis, nempe ipsarum unaquæque relinquit post se numerum infinitum. Ultima quidem, cum quantitatem terminet, post se nihil materiæ relinquit: at in se partes continet, numero infinitas, ex quibus coalescit; hinc penultima, cum post se relinquat unam ex infinitis minoribus partibus compositam, pertinet ad illam classem, quæ post se relinquunt

numerum infinitum infinitesimarum. False itaque supponit argumentum duplicem infinitesimarum classem, quarum una relinquat post se numerum infinitum, altera numerum non infinitum, cum hæc secunda classis, loquendo de infinite parvis quantitatibus, locum non habeat in materia divisibili in infinitum.

PROPOSITIO III. *Quamvis materia possit natura, vel arte dividi in partes miræ subtilitatis, non est tamen in infinitas potest physice divisibilis.*

234. *Probatur.* 1 prop. pars, ex multis observationibus præclarissimorum virorum circa miram subtilitatem materiæ. Boyleus vidit filum sericum a bombyce confectum trecentis ulnis anglicanis longum, quod duobus tantum granis cum semisse ponderabat: porro, si visibiles partes, quæ in tanta fili longitudine sunt conspicuæ, attendamus, quæ pro quolibet digito 600 esse possunt fili crassitudinem æquantes, certe obstupescet animus duo materiæ grana cum semisse in tot visibiles partes secari posse. Observavit Niewentitius ex lucernæ ellychnio tempore unius secundi particulas exire plures, quam exhibeantur n. 418660000000000000000000000000000000000000000. quin ponderis contingat sensibile decrementum. Granum cocci, vulgo *carmin*, ex Noletti calculo 921600 aquæ particulis tingendis est aptum. Granum thuris accensum ex calculo P. Francisci de Lanis replet cubiculum latum, ac longum pedes 20, altum pedes 16 particulis 7500000000000, quæ omnes sunt sensibiles, cum olfactus organum afficiant. Idem Cl. Philosopus ope microscopii 27000000 vicium objecta augenti conspexit super hypericonis folia albissimum animal hordeaceo granulo æquale, 20 pedibus velocissime motis instructum: quænam porro fuit in hoc animalculo pedum, oculorum, vasorum, sanguinis, spirituum animalium subtilitas? Kellius ex observatis microscopii beneficio animalculis, quæ flui-

dis

dis quibusdam innatant, calculum instituit, ac tantam deprehendit in ipsis particularum sanguinis subtilitatem, ut si digitus cubicus in decem quintilliones partium divisus supponatur, una ex his partibus plusquam octo particulas dicti sanguinis contineat sua magnitudine, tum facta hypothesi 1000000 arenulas componere digitum cubicum, ostendit num. 125000000000000000000000000 esse minorem numero particularum sanguinis, quæ possunt unum arenæ granum constituere: atque inde concludit 10256 montes quorum quilibet monti totius orbis altissimo foret æqualis, continere minores numero arenulas, quam particulæ sanguinis horum animalculorum forent necessariæ ad unum arenæ granum componendum. Similia naturæ portenta legi possunt apud Levenoekium, Rohaultium, & alios. Quam ergo incredibilis materiæ divisibilitas!

235. Ars ipsa potest in particulas miræ subtilitatis materiam attenuare. Ope ignis aqua in eolipila resolvitur in vapores, quæ ad aquæ unciam multo minorem rationem habent, quam unitas ad 1336500000, uti demonstravit Niewentitius. De auri incredibili ductilitate mirabilia tradunt Rohaultius, Keillius, de Lanis, Nolletus, Reamurius, & alii; ut cætera omittam, testis est Musschenbroekius artificem Augustæ Vindelicorum ex uno auri grano filum duxisse 500 pedes longum; quod dividi poterat in partes conspicuas 3600000. Ex quibus, aliisque pluribus patet quam humanum captum excedat physica, & actualis materiæ divisibilitas.

236. *Probatur* altera prop. pars: nempe suum materiæ divisibilitatis terminum esse. Nam quo magis corporum moles minuitur, eo semper partium separandarum crescit difficultas, orta vel ex defectu instrumentorum, quibus ad dividendum utimur, vel ex alio quocumque capite: igitur, ut partes in infinitum dividantur, necessaria videtur infinita vis, quæ cum in natura deficiat, sequitur physicam, & actualem materiæ

divisibilitatem suos habere limites. Eo vel magis quod congruum videtur in prima rerum creatione non infinitas particulas actu separatas, sed potius minima corpuscula ex infinitesimis partibus conflata fuisse a Deo condita, in quibus minimis physicis corporum materiam collocavimus (*n.* 59). Cum itaque ad hæc perventum in divisione fuerit, vel ad moleculas ex his immediate compositas, videtur ulterior physica materiæ divisio impossibilis naturæ, artisque viribus.

237. *Corollarium*. Etsi infinitæ numero partes in qualibet materiæ particula habeantur (*n.* 201), non sequitur tamen quamlibet materiæ partem in infinitum dividi arte, vel natura posse. Mentalis divisibilitas materiæ in infinitum, qua nempe concipimus infinitas partes in materia, dicitur *mathematica:* actualis vero divisibilitas, & separatio vocatur *physica:* hinc materia est quidem *mathematice* divisibilis in infinitum (*num.* 201), non tamen *physice* (*num.* 236).

## CAPUT V.

### *De vi inertiæ.*

238. DEfinitio. *Inertiæ* nomine intelligunt Nevvtoniani vim materiæ insitam, qua fit, ut unumquodque corpus suum movendi, vel quiescendi statum conservet, atque resistat viribus, quæ illius statum mutare pertentant (*n.* 55).

239. *Scholion*. *Inertiæ vis duas comprehendit determinationes, quæ simul sumptæ adæquatam ejus notionem constituunt. Prima est, corpus nullam posse sibi inducere mutationem. Altera est: corpus jugiter resistere actionibus caussarum, quæ illius statum mutare nituntur. Hinc patet inertiam esse prorsus diversam a pura indifferentia ad motum, & quietem: nam corpora ex vi inertiæ nedum indifferentia sunt ad motum, & quietem, sed ulterius positive resistunt vi motrici, dum quiescunt: ac renituntur contra obstacula, dum moventur, qui effectus a sola indifferentia præstari*

*tari nequeunt, sed positivam exigunt vim, a qua prodeant. Hæc porro* inertiæ *vis tamquam mere* passiva *a Newtonianis habetur, eo quod non agat, nisi ab alia vi excitetur.*

PROPOSITIO. *Omnia corpora insitam habent inertiæ vim, qua suum statum conservare nituntur: estque hæc vis eorum massis directe proportionalis.*

340. *Probatur* 1 pars. Certum experientia est corpus quodcunque, quam habet magnitudinem, & figuram, tamdiu conservare, quamdiu extrinseca causa ad illam immutandam accedat: si ergo nulla unquam adveniret hujuscemodi caussa, semper eadem perseveraret corporis magnitudo, ac figura, quod & de aliis motus, ac quietis statibus dicendum est. Certum ulterius est, quamlibet caussam non posse corporum statum mutare, sed illam tantummodo, quæ eorum resistentiam superat. Nam si quiescens corpus massam habeat 4, vis 2 non poterit ipsum impellere ad motum: similiter si moveatur corpus vi 4, non poterit ad quietem determinari ab obstaculo 2. Imo si corpori quiescenti A massam habenti 4 applicetur vis motrix B æqualis 8, post collisionem movebitur utique corpus A: at ejus velocitas minor erit 8 destruitur ergo in conflitu aliqua pars velocitatis, adeoque corpus A resistit actionibus vis motricis B, quæ illius statum mutare nititur: igitur corpora positivam exercent resistentiam, ut suum statum tenaciter conservent; inde enim tantummodo fit, ut difficulter a statu qualicumque suo deturbentur, ac in percutiente jactura motus contingat.

241. *Prob.* 2 pars. Sint corpora A, & B, sitque primi massa ad alterius massam, ut 4 : 2, diviso per mentem utroque corpore in æquales partes erunt 4 partes corporis A, & 2 corporis B, sed pars quælibet mutationi resistit (*n.* 240), ergo si partiales utriusque corporis resistentiæ in unum colligantur, erit resistentia totalis corporis A ad re-

ſiſtentiam totalem corporis B ut 4. 2, ſive in ratione maſſæ. Hinc compertum experientia eſt corpora quieſcentia eo magis vi motrici reſiſtere quo major eſt ipſorum maſſa, minuſque reſiſtere pro minori maſſa: ac etiam in motu corpora obſtaculis reſiſtere pro ratione maſſæ; ergo inertia, ſumpta pro reſiſtentia, maſſis directe reſpondet.

242. Confirmatur tota propoſitio. Reſiſtentia corporum ne a ſuo deturbentur ſtatu (quam nullus certe negare audebit) nullam aliam agnoſcit cauſſam præter inſitam materiæ vim, quam *inertiam* dicimus. Nam talis reſiſtentia oriri nequit a materia extranea, quæ corpora circumambiat, tum quia in vacuo perinde reſiſtunt corpora; tum quia hæc circumambiens materia nonniſi ratione inertiæ poteſt ſui ſtatus mutationi reſiſtere; tum quia reſiſterent corpora in ratione voluminis, cui circumambiens materia extranea eſt proportionalis, non vero in ratione maſſæ, quæ ultima ratio oſtendit etiam vim reſtiſtendi proficiſci non poſſe ab extenſione corporum. Sed neque oriri poteſt ab impenetrabilitate, hæc enim exigit tantummodo, ne duo corpora idem occupent ſpatium, unde ſi corpus in aliud impingat, impenetrabilitas quieſcentis efficit quidem, ut impingens ſecum abripiat corpus, in quod impegit, non vero ut ejus minuatur velocitas: non enim materia ratione impenetrabilitatis habet vim ad reagendum contra impingentem vim: Tertio, reſiſtentia prorſus differt a gravitate, gravitas enim motui ſibi contrario, ideſt ſurſum reſiſtit: at ratione inertiæ reſiſtit corpus vi motrici juxta quamlibet directionem, etiam cum gravitate conſpirantem, vel eidem minime oppoſitam applicatæ. Fac enim deorſum feratur lapis vi 4, ſi ipſum ad velociorem motum manus percuſſione adigas, profecto dolorem in manu ſenties, atque majorem pro majori lapidis maſſa, qui dolor nonniſi a lapidis reſiſtentia poteſt proficiſci: item ſi lapidem horizontali directione, quæ gra-

vitatis directioni minime opponitur, movere nitaris, resistentiam offendes in ratione massæ. Quarto resistentia hæc plani scabritie tribui nequit: tum quia resistit corpus motui, si filo suspensum fuerit, vel in libero aere, vel in vacuo nullique plano innitatur: tum quia ejus resistentia multo major est plani scabritie. Tandem resistentia corporis in motu positi ab ejus impetu esse nequit, impetus enim est quidem caussa continuationis motus, non vero resistentiæ obstaculis, si corpus vi inertiæ careat. Cum ergo resistentia corporum, ne a suo deturbentur statu, proficisci nequeat ab ulla ex nobis notis adfectionibus corporum, concludendum eam oriri a vi quadam materiæ insita, quam *inertiam* dicimus.

243. *Corollarium*. Ex quo corpora quiescentia motui resistant, perperam intulit Cartesius quietem esse modum corporis positivum. Nam in quiete nulli distinguuntur gradus; quis enim dixerit ex corporibus A & B quiescentibus magis quiescere corpus A quam B? Resistentia ergo corporum quiescentium non est a quiete, quæ est pura motus negatio, sed ab inertiæ vi, quam corpus exercet solummodo in mutatione sui status per vim aliam in se impressam facta.

### *Audiuntur Adversarii*.

244. Opp. 1. Nequit intelligi quid sit hæc inertiæ vis? vel enim est corpori conjuncta, vel ab eo distincta. Si primum dicatur, jam corpus aget in seipsum, cum suum statum positiva vi conservat. Si secundum: erit ergo quædam scholastica entitatula ab ipsa corporum substantia prorsus distincta, quæ aget in corpus, ergo non erit corpori essentialis. Addit Cominale hanc inertiæ vim esse quoddam prodigium, cum ex eadem vi & motus habeatur, & quies, sive motus, & non motus; nam vi inertiæ resistit corpus quiescens, ne moveatur, & resistit corpus motum, ne quiescat.

245. R. Inertiæ vim inter ea materiæ attributa posse recenseri, de quorum existentia certi ab experientia sumus, essentiam vero ignoramus. Quid sit materiæ impenetrabilitas, quid extensio, aliaque plurima attributa non explicabunt Adversarii, licet eorum existentiam nemo unus, præter Idealistas, negare audeat. Itaque putandum est inertiam esse vim primitivam materiæ, cujus sufficiens ratio est in materiæ elementis: quia vero elementorum determinationes intrinsecam ignoramus, idcirco non mirum, si occulta nobis sit physica inertiæ natura. Quemadmodum itaque Deus materiam ita creavit, ut ex intrinseca sibi vi impediat, ne alia materia suum occupet locum, ita eam vi quadam ornavit, quá resistit, ne a suo deturbetur statu, quæcunque tandem sit hujusce vis essentia. Neque implicat corpus agere in seipsum *secundario*, nempe conservando suum motus, vel quietis statum, quem ab extrinseca caussa accepit. Atque hinc patet inertiam non esse occultam qualitatem corporibus superadditam, sed quamdam vim a materiæ elementis profluentem, sive quamdam vim *immechanicam*, quam tamen si *occultam qualitatem* perfracte velis appellandam, non multum de nomine disputabo, dummodo *occultæ qualitatis* vocabulo intelligatur noti effectus ignota caussa.

246. Hinc patet ad Cominalis argumentum responsio. Ab inertia habet corpus, ut non potius motum, quam quietem exigat, sed tamen, dum in motu est, motum conservet: dum est in quiete, quietem retineat, unde tota corporis indifferentia est ad initium motus, vel quietis, non autem ad conservationem tum motus, vel quietis. Hinc intelliges, cur ex eadam vi motus haberi possit, ac quies pro diverso corporum statu: nempe ab eadem vi oritur conservatio motus, & quietis, non vero initium motus, & quietis. Concipe pilam marmoream; hæc certe suam figuram sphæricam tenaciter servat:

vat: inducatur in eadem pila ab artifice figura cubica, hanc quoque marmor constanter retinebit: num implicat idem marmor servare figuram sphæricam, & cubicam? Minime certe; cum illam tantummodo conservet, quæ ab extrinseca causa fuit inducta: pari modo de motu, ac quiete ejusdem corporis loquendum est; utriusque enim conservatio spectat ad statum corporis, ad quem retinendum ab inertia determinatur.

247. Opp. 2. Per solam passivam corporis indifferentiam ad motum, & quietem intelliguntur inertiæ phænomena. Nam, si corpora quiescentia sunt ad motum indifferentia, nequeunt motum in seipsis producere; ergo semper quiescent. Si in motu posita sunt ad quietem indifferentia, non poterunt motum extinguere, adeoque in motu perseverabunt, ergo &c.

248. R. Licet per solam passivam indifferentiam explicetur conservatio motus, ac quietis in corporibus, non explicatur tamen positiva resistentia, quam in utroque statu exercent, ne ab illo deturbentur; cum hæc nonnisi a positiva vi possit diffluere (n. 240.).

*Alii contra inertiam scrupuli infra opportunius excutientur.*

## CAPUT IV.

### *De vi attractionis.*

249. Definitio. *Vis attractionis* est conatu corporum accedendi ad invicem. Hinc *gravitas pondus*, & *vis centripeta* idem fore important, ac vis attractiva.

### *Nevvtonianum Attractionis Systema.*

250. *Quamvis* attractionis *vim antiquis etiam Philosophis aliquo modo suboluisse certum sit, uti demonstrat Juvenacensis Præsul Orlandus in notulis ad Elementa Physicæ Musschembroekii* (ad cap. 18.), Nevvtoniana *tamen hæc vis dici*

*solet*, *quod eam Nevvtonus*, *ejusque Discipuli illustrarint*, *multisque experimentis*, *ac legibus celebrem reddiderint*. *Quid porro sit haec attractio*, *sive quae ejus efficiens caussa*, *non ita facile ex Nevvtonianorum mente potest determinari*, *dissentientibus a Praeceptore Discipulis*. *Nevvtonus efficientem attractionis caussam se ignorare fatetur pluribus in locis*, *praecipue l. 1 princ.* (schol. ad prop. 69) *ubi haec habet*: vocem attractionis hìc generaliter usurpo pro corporum conatu quocumque accedendi ad invicem, sive conatus iste fiat ab actione corporum, vel se mutuo petentium, vel per spiritus emissos se mutuo agitantium, sive is ab actione ætheris, aut aeris, mediique cujuscunque, sive corporei, sive incorporei oriatur corpora innatantia in se invicem utcunque impellentis. *Ulterius*, *cum attractionis vires expendit*, *se mathematice loqui*, *a vero*, & *physico rerum statu abstrahendo*, *fatetur ingenue hisce verbis* (initio sec. 11, l. 1): qua de caussa jam pergo motum exponere corporum se mutuo trahentium, considerando vires centripetas tamquam attractiones; quamvis forte, si physice loquamur, verius dicantur impulsus. In mathematicis enim jam versamur, & propterea missis disputationibus physicis familiari utimur sermone, quo possimus a lectoribus mathematicis facilius intelligi: & (sub finem sectionis 8): vocem autem attractionis, impulsus, vel propensionis cujuscumque in centrum, indifferenter, & pro se mutuo promiscue usurpo: ac vires non physice sed mathematice tantum considerando... unde caveat lector, ne per hujusmodi voces cogitet me speciem, vel modum actionis, caussamve, aut rationem physicam alicui definire, vel centris (quæ sunt puncta mathematica) vires vere & physice tribuere: si forte aut centra trahere, aut vires centrorum esse dixero.

151. *Multo aliter opinantur Nevvtoni Discipuli*, *ex quibus plerique cum Musschembroekio*, *ejusque Commentatore* (§. 491) *censent attractionem*

nemeſſe univerſaliſſimam materiæ proprietatem exiguiſſimis, ac minimis corporum elementis initio ab auctore naturæ largitam, quemadmodum eſt extenſio, ſoliditas, & vis inertiæ, ab eaque elementorum attractione, compoſitorum inde corporum attractionem pendere. *Alii tandem* Occaſionaliſtarum *Syſtematis fautores* (Metaph. n. 262.) *putant maſſam materiæ, ejusque variam diſtantiam eſſe occaſionem a Deo ſtabilitam ad ordinem in mundo conſervandum, ut corporum approximationem ipſe producat immediata ſua actione* (Mentor moderne diſcours 16 de Mon. Adiſſon &c.). *Hactenus quoad cauſſam attractionis efficientem.*

252. *Nunc de præcipuis attractionis legibus pauca. Prima eſt:* ut corpora omnia ſe attrabant in ratione directa maſſarum. *Cum enim particulæ omnes ſe attrahant, jam integra corporis attractio oritur ex numero particularum, e quibus coaleſcit, propterea attractio erit ut maſſa. Hinc compertum experientia eſt corpora denſiora, minusque poroſa ſe fortius attrahere ſic particulæ ſalium, quo ſunt denſiores: & plana metalica, ac marmorea, cum eorum pori aliqua obſtruuntur materia, ſe vividius attrahunt.*

253. *Altera attractionis lex eſt*, ut corpora ſe attrahant in ratione inverſa quadratorum diſtantiæ; minimæ vero corporum partes in ratione inverſa pluſquam duplicata, ideſt triplicata, vel quadruplicata diſtantiarum. *Igitur ſi duo corpora A, & B, diſtent ab invicem intervallo* 4, *alia vero duo, C, & D intervallo* 2, *erit attractio primorum ad attractionem ſecundorum* 4 : 16. *Si vero A, B, C, D ſint minimæ materiæ particulæ, erit attractio primarum ad attractionem ſecundarum, ut* 8 : 64, *vel* 16 : 256 (Arith. n. 116, 117. Geom. n. 194). *Ratio primæ partis hujuſce legis patebit, ubi de gravitate. Alterius vero partis ratio hæc eſt: ſi attractio minimarum particularum foret in ratione inverſa duplicata diſtantiarum, ſicuti attractio corporum, jam vis*

*at-*

*attractiva minimarum particularum foret sensibilis etiam extra contactum, quo pacto gravitas sive attractio corporum etiam in aliqua a tellure distantia est eadem, quæ in contactu: sed minimæ particulæ extra contactum non exercent sensibilem attractionis vim, ergo earum vis in contactu multo magis crescit, quam minuantur distantiarum quadrata.*

254. *Præter attractionem etiam* vim repellentem, *qua corpora se fugant, agnovit* Newtonus, *eamque ab attractione omnino independentem: hanc porro vim ait exerceri a corporibus in distantia positis: nempe, cum attractio ad certa intervalla pertingat, jam deficiente attractione succedit vis repellens*, sicuti in Algebra evanescentibus quantitatibus affirmativis incipiunt negativæ (in fine Opt.). *At Nevvtoniani plures vim repulsivam ab attractionum inæqualitate derivant: aquæ ex. gr particulæ* (inquit Orlandus ad §. 551. Phys. Musschemb.), *si majore se vi attrahere ponantur, quam eædem attrahant olei particulas: tum olei particulæ majori quoque vi se invicem petere ponantur, quam aquæ particulas petunt, aqua, & oleum invicem commixta a se mutuo semper separabuntur, aquam innatante oleo. Quid simile fortasse accidere poterit in cæteris repulsionum phænomenis, quin ad repulsionis vim, & principium confugere sit necesse.*

255. *Hæc de attractionis systemate sufficiant: erit enim de pluribus ejus phænomenis frequens disputandi locus. Illud nunc adnotabimus: attractionem, quam corporibus tribuit* Nevvtonus, *etiam ad ideas, ac spiritus fuisse a nonnullis extensam, ut legere est in libello italice edito Neapoli anno 1747, in quo auctor pseudoanonimus* De la Tourì *totus est, ut ex memoriæ phænomenis, & veritatum evidentia extorquente intellectus assensum mutuam idearum attractionem ac veluti magnetismum evincat.*

256. *Corol. I. Attractio, prout a Nevvtono*

proponitur, diversa omnino est ab occultis Scholasticorum qualitatibus. Nevvtonus enim non asserit attractionem esse materiæ intrinsecam, ac distinctam ab impulsione, caussisque mechanicis (n. 250); neque ejus caussam efficientem physice determinat, sed ex quibusdam observationibus, ac experimentis vim attrahentem in natura existere concludit, tamquam notum effectum, cujus caussam se ignorare fatetur. Sicuti ergo si dicerem: magnes attrahit ferrum, cujus attractionis ignoro caussam, non propugnarem occultam qualitatem, sed manifesti effectus existentiam, nihil de ejus caussa asserendo; ita Nevvtonus universalem attractionem existere contendens, nihil de ejus caussa stabiliendo, de restauratis Peripateticorum occultis qualitatibus jure nequit postulari.

257. Coroll. II. Seminevvtoniani, qui ajunt attractionem esse intrinsecum materiæ attributum, vel proprietatem (n. 251), postliminio revocant occultas sholasticorum qualitates; solo enim nomine differt attractio hoc sensu accepta a sympathia, & vis repellens ab antypathia Peripateticorum: sive enim dicas ferrum ad magnetem accedere, aquam ab oleo repelli, quia habet magnes vim attrahentem ferrum, oleum autem vim aquæ repulsivam: sive, quia habet magnes virtutem cum ferro sympathicam: oleum virtutem cum aqua antipathicam, idem profecto dicis, novoque solum vocabulo uteris.

258. Scholion. Idem contra inertiam, quam vim materiæ intrinsecam diximus, urgere (numer. 245.) quis posset. At advertendnm nedum inertiam certissimis experimentis, ac constantibus, & universalibus nobis esse exploratam, sed ulterius nullam posse a nobis fingi externam caussam, cui inertiæ effectus possint adſcribi (num. 242): imo cum hæc vis ipsam materiam immediate afficiat, impossibile videtur, aliunde oriri quam ab elementis componentibus, quibus propterea insitam inertiæ vim cum Nevvtono (in defin. 3. princip. Math. Phil.) jure

rator, vocat *imperfectam*, *& a Geometria*, *ac Analysi prorsus eliminandam*, eamque repugnare pluribus ostendit ( *Dissert. de lege virium &c. suppl. Phil. nat.* ).

162. Hisce adde: ex hac universali attractione necessario consequi actionem in distans, quam impossibilem esse nemo non intelligit, cum contradictionem sapiat corpus agere in loco, in quo non est. Id autem contingeret, si attractio foret materiæ intrinseca: cum enim dicitur Saturnum pluribus millionibus leucarum a sole dissitum attrahi ab ipso sole, jam supponitur actionem solis imprimere quemdam motum Saturno: est ergo opus solis actio recipiatur in Saturno, cum ipsum moveat. Nunc quid est hæc solis actio transiens in Saturnum adeo dissitum? Est quid a Sole distinctum? est corpus? est spiritus? est nihil? Inquies cum anonymo Auctore dissertationis contra Hamsergerum. Solem in Saturnum agere non premendo, cum hæc actio contactum exigat, sed nitendo, seu tendendo in ipsum Saturnum, & vicissim, sicuti agunt in centrum grave, in scopum projectile, in primarios secundarii, in solem primarii. At bene est; hæc igitur mutua attractio Solis, & Saturni, aliorumque corporum est purus conatus cujuscumque corporis accedendi ad aliud, ideoque se movendi, non est ergo corpus indifferens ad motum, ut postulat inertiæ lex (*n.* 240), imo corpus motum in se ipso producet, ut ad aliud accedat. Si hoc absurdum fatearis necesse ergo est agnoscas in attractione corporum actionem in distans.

163. Tandem attractio in datis distantiis convertitur in vim repellentem, & ex adverso vis repellens in attrahentem, idque in nonnullis tantum corporibus accidit, si Musschembroekium audias: suntque hæ repulsiones ex eodem Physico diversæ indolis, nec eandem agnoscunt caussam. Hanc repellentem vim ab attractione omnino independentem statuit Nevvtonus: alii vero

ro ab ipsa attractionum inæqualitate putant oriri: alii tandem idem ajunt esse principium attractionis, & repulsionis, ac sola nomina esse diversa; nempe eamdem caussam modo esse attrahentem, modo repellentem pro diverso corporis statu; (*Boscov. l. cit.*) ex quarum opinionum varietate pessimæ caussæ patrocinium apparet. Et sane: si vim attrahentem ab attractione diversam dixeris, inerit ergo eidem materiæ duplex opposita vis, attractionis, ac repulsionis, ac una in aliam sibi oppositam, pro sola distantiarum varietate, quæ corpori extrinseca omnino est, commutabitur, quod quantum a naturæ simplicitate abhorreat, nemo est, qui non videat. Si ab attractionum inæqualitate vim repellentem oriri dicas, certe non explicabis, quomodo etiam in vacuo corpora nonnulla solida se repellant, quomodo lux apposito obstaculo citra contactum per repellentem plani vim regrediatur: quænam enim major attractio fingi potest in lucem, quæ plani attractionem superet? Concludendum itaque est, newtonianam attractionem, quomodocumque explicetur, non esse naturæ legem universalem, & communem materiæ proprietatem.

264. *Corollarium*. Etsi plures existant in natura corporum accessus, & recessus, sive vis attrahentis, ac repellentis effectus, sunt tamen adeo varii, & inconstantes, ut non ostendant unam dari universalissimam attractionis legem. Unde concludendum plura attractionis phænomena ab externi aeris pressione pendere, aut a materiæ impulsionibus, & effluviis, ut alibi opportunius dicemus.

# PHYSICÆ GENERALIS

## PARS ALTERA, MECHANICA,

*Sive de gravium tum solidorum, tum fluidorum motu.*

265. Universalibus materiæ adfectionibus *mobilitas*, sive ad motum aptitudo accensenda est, a qua localis motus, omnium materialium phænomenorum caussa, originem habet. Hæc scientia motus, quæ *mechanica* dicitur, Recentiorum Physico-mathematicorum studio, ac labore exculta, & aucta adeo est, ut pars totius Philosophiæ utilissima, & jucundissima nostris temporibus jure habeatur; omnium enim materiæ attributorum longe nobilissima est mobilitas, cum quidquid in natura contingit, a motu sive naturali, sive artificiali proficiscatur. Hinc de utroque disputabimus.

### CAPUT I.

*De motus, natura, existentia, variisque speciebus.*

266. Definitiones. *Motus* est transitus de loco ad locum, sive est continua & successiva loci mutatio. Hinc in motu duo distinguuntur termini: ille a quo mobile recedit; & ille, ad quem accedit: primus dici solet *terminus a quo*, alter, *terminus ad quem*.

267. *Quies* est nuda motus privatio (*n.* 243): sive est permanentia corporis in eodem loco.

268. *Scholion. Motum in natura existere negarunt veteres quidam sophistæ, quorum caussam ad scepticismum promovendum multo fallaciarum apparatu novissime egit Bælius* (in dict. art. Zenon.). *Ajebant autem hi sophistæ: omne quod movetur, vel movetur in loco, in quo est, vel in loco, in quo non est: si primum, jam non*

*movetur,*

*movetur, cum e loco non exeat. Si secundum, jam agit in loco, in quo non est, quod impossibile. Ita arguebat contra motus existentiam Diodorus Cronus. At Zeno celeberrimo sophismate* Achilles *dicto, motum ita impugnabat. Si motus Achillis (qui referente Homero velocissimus in currendo fuit), ponatur centies velocior testudinis motu, distet initio motus Achilles a testudine intervallo unius milliaris, dum Achilles hoc milliare conficit, testudo percurret centesimam milliaris partem; dum hanc centesimam Achilles absolvit, testudo peragrabit centesimam centesimæ: dum hæc ab Achille percurritur, testudo millionesimam milliaris partem describet, & ita porro in infinitum, ergo Achilles numquam suo motu assequetur testitudinem: sed hoc apparentiæ opponitur, ergo qui apparet, non est verus motus, ergo motus non existit. Rursus idem Zeno ita arguebat: sagitta in quolibet momento occupat spatium sibi æquale, ergo quiescit, quacumque vi impulsa fuerit, non enim occuparet æquale sibi spatium, si ab ipso exiret per motum. Et sane: cum temporis nonnisi unum indivisibile possit existere, jam nequit assignari momentum, quo sagitta exeat à loco; quodcumque enim assignetur, esset in illo instanti sagitta in loco, & non esset in eodem loco, quod repugnat. Tandem supra tabulam collocentur duo æquales libri longitudinis duorum pedum, se tangentes in duobus extremis suæ longitudinis: ambo moveantur pari tempore, unus supra alium, nempe unus orientem versus, alter versus occidentem, quousque margo orientalis unius libri tangat alterum marginem occidentalem, jam videbis margines, qui ante motum se tangebant, distare ab invicem pedibus 4, cum tamen unusquisque liber nonnisi duos spatii pedes confecerit, ergo motus contradictione laborat. Hæc sunt præcipua contra motus existentiam sophismata, de quibus legendi Aristoteles* (lib. 6 Phys. cap. 9), *& Bælius* (loc. cit.)

269. *Non multis opus est ad hæc enodanda. Itaque corpus neque movetur in loco, in quo est, neque in loco, in quo non est, sed transit a loco, in quo erat, ad locum, in quo non erat. Ad alterum: notum ex Arithmetica est seriem quantitatum in infinitum decrescentium finitæ quantitati æqualem esse (n. 216). Jam vero spatia ab Achille, & testudine descripta conficiunt seriem fractionum* $\frac{1}{100} + \frac{1}{1000} + \frac{1}{10000}$ *&c., quarum communis numerator est unitas, denominatores vero progrediuntur in ratione numeratoris primæ fractionis ad suum denominatorem, nempe* 1 : 100. *Ut autem talis seriei fiat additio, dividi debet* 1 *per denominatorem primi termini unitate mulctatum* (Wolph. de Arith. infin.); *hinc fractio* $\frac{1}{99}$ *dabit partem milliaris primo tempore a testitudine descriptam, propterea si Achilles in percurrendo uno milliari unum horæ quadrantem impendit, assequitur testitudidem post horæ quadrantem, & partem horæ* $\frac{1}{99}$. *Ad tertium: licet sagitta in quolibet momento occupet æquale sibi spatium, non tamen occupat idem spatium, cum in motu est, sed ab una spatii parte ad aliam successive transit, in quo transitu sita est motus localis natura (n. 266). Ad ultimum: margines librorum orientalis, & occidentalis recedunt ab invicem in hypothesi intervallo 4 pedum, sive tota longitudine duorum libror. simul sumptorum, quæ 4 pedum supponitur.*

270. In quolibet motu quinque distinguamus oportet: corpus nempe quod movetur, & dicitur *mobile*; *spatium*, per quod movetur, idest linea, quam percurrit mobile instar puncti consideratum; *directio*, juxta quam movetur, idest linea recta, juxta quam mobile progreditur, ex cujus varia positione motus dicitur *obliquus*, *parallelus*, *perpendicularis* horizonti, aut alteri cuivis plano; *tempus*, quo motus durat; ac tandem *velocitas*, seu *celeritas*, ea nempe motus affectio, qua fit, ut mobile majori, vel minori tempore datum spatium absolvat.

271.

271. Prima motus diviſio eſt in *abſolutum*, & *relativum*, ſive *verum*, & *apparentem*, quorum diſcrimen patebit ex tradita ſpatii, ſive loci *abſoluti*, & *relativi* differentia (*n.* 133): motus enim *abſolutus* eſt mutatio loci abſoluti: motus vero *relativus* mutatio loci relativi. Ex adverſo quies *abſoluta* eſt permanentia in eodem loco abſoluto, quies autem *relativa* eſt permanentia in eodem loco relativo.

272. *Scholion. Fieri poteſt ut corpus* abſolute *moveatur*, & relative *quieſcat*, *vel* relative *moveatur*, *quieſcat vero* abſolute; *ac tandem*, *tum* relative, *tum* abſolute *moveatur*, *vel quieſcat. Sic homo in navi citiſſime mota quieſcens*, abſolute *movetur*, *dum interim relate ad corpora circumſtantia quieſcit: ſi vero pari contrario motu ad puppim tendat*, *quieſcit* abſolute, & relative *movebitur ſi: tandem a puppi ad proram feratur*, *movebitur* abſolute, & relative, *quieſcet vero tum* abſolute, *tum* relative, *ſi in navi quieſcente ſedeat.*

273. Altera motus diviſio eſt in *communem* & *proprium*. Primus eſt, cum corpus ab alio transfertur; veluti homo rheda vectus. Alter eſt, quo corpus ſeipſum transfert, aut vi intrinſeca, ut animal ſe movens, aut vi ab extrinſeco accepta, ut lapis projectus.

274. Tandem motus vel eſt *æquabilis*, ſive *uniformis*, vel *inæquabilis*, ſive *variabilis*. Primus eſt, quo corpus æqualibus temporibus, æqualia ſpatia percurrit. Alter ex adverſo, quo corpus æqualibus temporibus inæqualia ſpatia deſcribit, quæ ſpatia, ſi continuo, augeantur, motus dicetur *acceleratus*, ſi vero minuantur, erit motus *retardatus*.

## CAPUT II.

### *De Velocitate Corporum, & de ſpatiis percurſis a Corporibus æqualiter motis.*

275. DEfinitiones. *Tempus* eſt continua, pe-

rennis, & uniformis instantium sibi ſuccedentium, ac pereuntium series. Ita exprimimus ideam temporis, quam habemus omnes, licet veram ejus naturam explicare nemo hactenus valuerit; incertum enim est, quid sit instans fugiens, ejusque lapsus.

276. Coexistentia pluribus ordine sibi succedentibus *duratio* dici solet: sic lectio v. g. eo magis durare dicitur, quo pluribus sibi succedentibus horologii oscillantionibus coexistit. Quare *duratio* differt a *tempore*, cum sit relatio ad tempus.

277. *Velocitas*, seu *celeritas* est relatio spatii descripti ad tempus interea elapsum. Hinc, si duo corpora æquali tempore æqualia spatia metiantur, ea dicimus æqualem habere velocitatem; si vero inæqualibus temporibus æqualia spatia percurrant, illi majorem tribuimus velocitatem, quod breviori tempore; illi vero minorem, quod longiori tempore eamdem semitam absolvit.

278. *Scholion. Philosophi Mechanici spatiorum, velocitatum, ac temporum rationes mediis lineis designare solent: unde si quando dicam: rectas AB, CD, designare velocitates, vel tempora, vel spatia mobilium A, & C, hic erit sensus: velocitates, vel tempora, vel spatia mobilium A, & C eamdem inter se rationem habere, quam habent lineæ AB, CD.*

PROPOSITIO. *In motu æquabili spatium adæquat productum, quod fit ex celeritate ducta in tempus.*

279. *Probatur.* Nam augetur spatium pro aucta celeritate sub eodem tempore, vel pro aucto tempore sub eadem celeritate, igitur spatium spectari potest veluti rectangulum, cujus basis velocitatem, altitudo autem tempus designet: alterutra enim ipsarum aucta crescit rectanguli area; sed rectangulum fit ex ductu basis in altitudinem (*Geom. n.* 115); ergo spatium

ſpatium adæquat productum ex celeritate ducta in tempus.

280. *Corollarium* I. Celeritas cujuscumque mobilis exprimitur quoto ſpatii per tempus diviſi. Item tempus exprimitur quoto ſpatii per celeritatem diviſi. Patet horum ratio ex ſupra dictis (*n.* 125).

281. *Corollarium* II. In quolibet corpore æquabiliter moto tempus eſt directe, ut ſpatium, & inverſe, ut celeritas. Item celeritas eſt directe ut ſpatium, & inverſe ut tempus: rationem dedimus ſupra (*n.* 126). Atque hinc fit, in comparatis duobus mobilibus, quæ inæqualibus temporibus inæqualia ſpatia metiantur, celeritates eſſe in ratione compoſita ex directa ſpatiorum, & inverſa temporum. Similiter tempora eſſe in ratione compoſita ex directa ſpatiorum, & inverſa velocitatum.

282. *Corollarium III.* Ex rectangulorum proprietatibus, de quibus ſupra (*n.* 127) perſpectum fit: in comparatis duobus, vel pluribus corporibus æquabiliter motis: I ſpatia percurſa æqualibus temporibus eſſe ut celeritates: II ſpatia percurſa æqualibus celeritatibus eſſe ut tempora: III ſpatia deſcripta inæqualibus temporibus, ac celeritatibus, eſſe in ratione compoſita celeritatum, ac temporum: IV ſpatia eſſe æqualia, ſi mobilia habuerint velocitates cum temporibus reciprocas: adeoque viciſſim: cum ſpatia æqualia ſunt, & tempora inæqualia, celeritates eſſe in ratione inverſa temporum: aut tempora eſſe in ratione inverſa velocitatum, cum inæqualibus velocitatibus æqualia ſpatia percurruntur.

283. *Scholion. Præter celeritatem* abſolutam, *quæ in æquabili motu a percurſo ſpatio æſtimatur*, (*n.* 281) *agnoſcunt Mechanici velocitatem* relativam, *qua duo corpora ſibi invicem viciniora fiunt, vel a ſe magis magiſque recedunt. Cum corpus motum alteri quieſcenti accedit, vel ab eodem recedit, velocitas relativa eſt æqualis ſpa-*

*tio percurso, adeoque absolutæ velocitati* (*n.* 281). *Similiter: cum duo corpora ex oppositis partibus ad se accedunt, vel recedunt ab invicem, velocitas reſpectiva eſt, ut ſpatium percurſum, adeoque ut ſumma velocitatum abſolutarum. Tandem cum unum corpus aliud ſegnius motum juxta eamdem directionem inſequitur, erit velocitas reſpectiva, ut differentia velocitatum abſolutarum; tanto enim ſpatio celerius mobile alteri vicinum fiet, quantus in ipſo eſt exceſſus velocitatis ſupra tardioris celeritatem.*

## CAPUT III.

### *De Motus Quantitate, juſtaque virium æſtimatione.*

284. Definitiones. *Vis motrix*, ſeu ſimpliciter *vis* eſt principium motus, ſeu id, quod motum in corpore producit, vel nititur producere.

285. Vis, quam corpus in motu poſitum contra obſtacula exercet; *momentum*, vel *motus quantitas* vocatur.

286. Si vis corporis cum actuali motu conjuncta ſit, qualis eſt in globo cadente, quæque a Veteribus *impetus* dicebatur, nunc a Mechanicis poſt Leibnitium *vis viva* audit. Si vis effectu careat, ac in ſolo niſu, & conatu conſiſtat, ut eſt in corporibus ſupra terræ ſuperficiem quieſcentibus, quæ deorſum ferri nituntur: hæc, quæ *niſus ad motum* olim vocabatur, *vis mortua* leibnitiano nomine nuncupatur.

287. *Scholion I. Licet fortaſſe nulla ſit vis abſque vero motu: videtur enim perfectam quietem non poſſe cum niſu ad motum conciliari, quia niſus ad motum debet ſingulis momentis exiguas velocitates, quas* initiales *vocant, elicere, quæ ab obſtaculorum reſiſtentiis continenter elidantur; adhuc intelligimus diſcimen inter vires* vivas *ac* mortuas *: nempe cum initiales velocitates conſtanter exiguuntur, nullusque ſenſibilis oritur motus, hoc erit* vis mortua. *Si*

*autem*

*autem velocitatis incrementa conserventur, adeout eorum summa finitam componat velocitatem, sensibilemque motum, habebitur* vis viva. *Quia porro finita velocitas, utpote quantitas (n.*188), *ex infinitis initialibus velocitatibus coalescit (n.* 201), *hinc vim vivam docent Recentiores esse infinitam præ mortua, adeoque utramque vim ad diversos quantitatum ordines spectare: sive quantitates esse heterogeneas, nullamque inter se comparationem admittere.*

288. *Scholion II. Vires sive mortuas, sive vivas a solo producto velocitatis in massam omnes Philosophi æstimare consueverunt usque ad Leibnitium; qui vires quidem mortuas a massis in velocitatem ductis æstimandas censuit; vires autem vivas a massis in velocitatum quadrata metiendas esse propugnavit. Hinc orta celeberrima controversia Leibnitianos inter, ac Cartesianos magno animorum æstu pro utraque sententia integris, ac spissis voluminibus disputantes. Nec defuere Viri præclarissimi, qui tantam litem summovere tentaverunt ad logomachiam, nominisque quæstionem disputationem totam redigentes cum Boscovichio* (Diss. de viribus vivis) *Alemberto, Jacquiero, aliisque.*

PROPOSITIO I. *Quantitates motus, sive momentum est factum ex massa in celeritatem.*

289. *Probatur.* Cum corpus movetur, singulæ ejus partes æquali feruntur velocitate, proindeque totius corporis motus in singulas ejus partes æqualiter distribuitur: ergo quo plures sunt mobilis partes, quæ data celeritate moventur, eo major erit in corpore summa totius motus. Similiter quo major est corporis celeritas, fortius movetur corpus, ergo momentum corporis crescit in ratione massæ, & velocitatis, ergo erit ut factum, sive productum ex massa in celeritatem.

290. *Corollarium* I. Corporum momentum exprimi potest per rectangulum, cujus unum latus

massam, alterum velocitatem repræsentent: fit enim rectangulum ex ductu basis in altitudinem (Geom. n. 115).

291. *Corollarium II.* Si rectangulorum proprietates, de quibus supra (*n.* 127), præ oculis habeantur, patebit veritas harum legum. I momenta duorum corporum sunt inter se in ratione composita massarum, & celeritatum. II momenta duorum corporum, quorum massæ sunt æquales, sunt directe inter se ut eorumdem celeritates. III momenta duorum corporum, quæ eadem celeritate moventur, sunt inter se ut eorumdem massæ. IV momenta duorum corporum habentium celeritates cum massis reciprocas, sunt inter se æqualia.

PROPOSITIO II *Vis viva corporum ex massa, & simplici velocitate æstimanda est.*

292. *Probatur.* Quilibet effectus est semper suæ caussæ adæquate proportionalis (*per axioma V, n.* 8): at qui impetus, sive vis viva corporis est effectus tum massæ, tum simplicis velocitatis, ergo æstimari debet ex massa, & simplici velocitate conjunctim. Et sane; actio cui vis commensuratur, debet esse proportionalis alicui caussæ actu existenti: sed in corpore moto existunt quidem massa, ac simplex velocitas, non autem velocitatis quadratum, ergo vis erit ut massa, & simplex celeritas. Tandem vis corporis agit juxta determinationem, quam habet: atqui tota determinatio corporis ad agendum est a simplici velocitate ab extrinseco accepta: si enim duo corpora æqualis massæ, sed inæqualis velocitatis, sibi invicem occurrant, impetus, quo corpus celerius motum in aliud agit, est ut excessus simplicis velocitatis, ergo vis quæcumque viva a massa, & simplici velocitate æstimanda est.

293. Deinde: si duo mollia corpora massas habentia cum velocitatibus reciprocas ad occursum veniant, quiescent in actu, uti experientia

docet.

docet, ergo vires habent æquales, quæ æquilibrium efformant: at vires forent inæquales posita leibnitiana virium mensura. Sint enim dicta corpora AB, prioris massa sit 1, velocitas 2, secundi massa 2, velocitas 1, computatis viribus per quadrata velocitatum, foret vis A 4, & vis B 2, ergo inæquales vires æquilibrium facerent, quod absurdum. Tandem, ut alia plura omittam, observante Mariotto, vires fluminum sunt, ut massæ, & velocitates: sed massæ sequuntur simplices velocitates, ergo vires fluminum sunt ut quadrata velocitatum: at in leibnitiana sententia forent ut cubi velocitatum, cum ducto quadrato velocitatis in massam, quæ semper est ut ipsa velocitas, exurgat cubus ipsius velocitatis: ergo rejicienda leibnitiana virium vivarum mensura.

*Afferuntur nonnulla Leibnitianorum argumenta.*

294. Opp. Leibnitius, ac Wolphius. Corpora gravia, cum descendunt, eam acquirunt vim, qua, medii seclusa resistentia, possint ad eam altitudinem ascendere, ex qua demissa fuerunt, sed hæ altitudines sunt semper ut quadrata velocitatis ex Galilæi theoria infra explicanda: ego vires vivæ, quæ sunt caussa spatii percursi, sunt in eadem ratione. Secundo: si globus ex variis altitudinibus successive demittatur in massam argillæ mollis, vel sæbi, vel alterius similis materiæ, excavat foveas ipsis altitudinibus proportionales, idest ut quadrata velocitatum, sed fovearum excavatio est effectus vis vivæ, ergo vis viva est ut quadratum velocitatum. Tertio si globus A unius libræ cadat in mollem materiam ab altitudine pedum 4, & globus B ejusdem voluminis, sed librarum 4 ab altitudine unius pedis, excavabunt æquales foveas ut observavit Marchio Joannes Polenus, ergo vires sunt utrinque æquales: at, si vires æstimentur ex simplici velocitate; forent inæquales: nam

vis corporis A esset 1 ⋈ 2 = 2: vis corporis B foret 4 ⋈ 1 = 4: essent vero æquales si ex quadratis velocitatum in massas ductis æstimentur, ergo &c.

295. Ut his, aliisque bene multis similibus Leibnitianorum argumentis occurramus, advertendum est in vis vivæ mensura definienda, & celeritatis, & temporis rationem habendam esse; sive effectus virium rationem habere compositam ex caussis, & temporibus, adeoque caussas esse directe ut effectus, quos producunt, & inverse ut tempora, quibus operantur. Evidens namque est minimam vim posse magnum producere effectum, si diuturno tempore agat: sic stillicidii gutta longo tempore agens durissimum excavat lapidem, & in tota statica attolluntur ingentia pondera vi quam minima, quæ longiori tempore agat. Possunt itaque inæquales vires effectus producere æquales si diverso tempore agant, sicuti possunt inæqualium virium Artifices eadem præstare opera, si diverso tempore laborent; diuturniori nempe qui debilior est, & breviori qui fortior. Hac autem temporis, pro mensura virium stabilienda, ratione habita, quam immerito contemnunt Leibnitiani, omnia ferme eorum argumenta per simplicem velocitatem egregie enodantur.

296. Itaque ad 1. In percurrendo spatio & celeritatis, & temporis ratio habenda est, cum spatium sit productum ex celeritate in tempus (*n.* 279). Quia igitur in descensu, & ascensu gravium tempora sunt ut velocitates, hinc spatia erunt ut quadrata velocitatum, licet vires sint ut simplices velocitates; quia nempe spatium quadruplum est a celeritate dupla agente tempore duplo: spatium noncuplum est a celeritate tripla agente tempore triplo. Cum itaque corpus descendendo vim acquisierit, sive velocitatem; ratione cujus dato tempore determinatum spatium descendendo percurrit, debet eadem vi pari tempore idem spatium ascendendo absolvere, ut clarius infra patebit.

297. Ad 2. Demonstravit Petrus Martinus (*diſſert. de corporum, quæ moventur, viribus*) foveas in molli materia a duobus ejusdem voluminis, & massæ globis excavatas esse ut radices quadratas altitudinum, ex quibus descendunt, sive ut simplices velocitates, non vero ut altitudines, sive ut velocitatum quadrata sicuti contendunt Leibnitiani. Atque Martini experimenta felici successu in Academia Neapolitana fuere repetita anno 1742, ut refert Johannes Maria a Turre (*Scienza della natura T.* 1.). Scio Boschovichium (*Diſſert. de Viribus vivis*) carpere Martini tentamina, atque ostendere in ipsis etiam Martini periculis integras foveas fuisse ut altitudines, sive ut quadrata velocitatum. Verum hoc dato, non est opus ad Leibnitianorum castra migremus; possunt etiam a simplicibus velocitatibus excavari foveæ, quæ sunt ut earum quadrata, dummodo temporibus inæqualibus excaventur, quod clarius patebit ex sequenti responsione ad Poleni experimentum.

298. Ad 3. Cum stante æqualis mollis materiæ resistentia pressiones sint ut massæ, ac simplices velocitates, jam pressiones erunt ut massæ ductæ in radicem altitudinis (radix enim altitudinis dat celeritatem decidui corporis, ut infra dicemus), unde vis, sive pressio corporis A erit 2, pressio corporis B erit 4, sive vires erunt ut 1, 2. Jam vero, si hæ vires agunt in ratione temporum reciproca, æquales producent effectus (*n.* 295): at reipsa agunt in ratione temporum reciproca; cum tempora sint ut velocitates; quo enim major est velocitas, eo plus temporis requiritur ad eam extinguendam, ergo vis 1 corporis A habentis velocitatem 2 agit tempore 2, vis 4 corporis B habentis velocitatem 1 agit tempore 1: ergo æquales erunt foveæ excavatæ, licet vies sint inæquales. Atque hoc concedere Leibnitiani debent, cum fatente Wolphio (*diſſert. de virum menſura T.* 1. *Acad. Petropol.*) duæ vires inæquales possint eandem actionem

ab

absolvere temporibus sibi reciproce proportionalibus.

299. Instant Adversarii, in mensura determinatæ vis nullam habendam esse temporis rationem. Nam si quis v. gr. vires habet ut 100, quibus absumptis occumbere debeat, idem continget sive brevius, sive tardius has vires impendat; perinde enim spatium tantummodo 100 absolvet sive celerius, sive tardius moveatur. Similiter, si duo sint homines gradibus 100 virium instructi, quibus consumptis mori debeant, unus deferat pondus unius libræ spatio pedum 100, ita ut pro singulis spatii pedibus totidem amittat virium gradus: alter pondus deferat 4 librarum, ac in singulis percurrendis pedibus, 4 amittat virium gradus, proculdubio sive celerius, sive tardius uterque moveatur, primus decidet post 100, alter post 25 spatii percursi pedes. Tandem si omnium bonorum quis fecerit *jacturam*, in expensarum calculo ad elapsum tempus non attendet, cum qualecumque hoc sit eadem prodeat expensarum summa.

300. R. Temporis quidem nullam habendam esse rationem, cum de viribus agitur determinatis, quas quocunque libuerit tempore sive breviori, sive longiori possumus exercere; non vero cum de his viribus fit sermo, quæ a motu, ac velocitate pendent, & consequenter necessariam habent ad tempus elapsum relationem; hæ enim vires pro diverso tempore diversos producunt effectus (*n.* 295). Porro tales sunt vires motrices, quarum hic mensuram inquirimus. Cæterum in ipsis objectis exemplis temporis ratio est habenda; non enim potest homo, qua vi percurrit spatium 100 tempore 2, eadem vi absolvere idem spatium tempore 1. Similiter, si vires ab utroque homine 4 minutorum tempore impensas metiri vellemus, opus foret tempus computare: nam si ambo unum spatii pedem uno minuto conficiant, unus 4, alter 16 virium gradus amisisset. Tandem pecuniæ expensæ paritas non est

ad

ad rem, cum hujus effectus sint rerum permutationes nullo habito ad tempus reſpectu. At vis motrix, & impetus motum necessario producunt, ac subinde velocitatem, cujus idea nihil aliud importat, quam tempus, ac spatium, eorumque relationem (*n.* 277).

301. *Scholion. Hæc de celeberrima quæstione dixisse scribentibus elementa sufficiant. Qui plura desiderat, laudatos Martinum, Boscovichium, a Turre, Crebellium, aliosque, præcipue vero P. Vincentium* Riccati (Dialogo delle forze vive ec. Bologna 1749) & *Franciscum M. Zanoti* (libro ibi italice edito an. 1752) *adire poterit.*

## CAPUT IV.

### *De Generalibus Naturæ Legibus.*

302. Definitiones. *Generalis naturæ lex* ex alibi dictis (*num.* 7.) est quædam lex a supremo Opifice stabilita, quam servant corpora in omnibus suis mutationibus. Quia vero quæcunque naturæ mutatio, ac vicissitudo motu peragitur, hinc naturæ leges ex corporum motionibus elicimus.

303. Lex *Continuitatis* est quidam immutabilis, ac perpetuus ordo constitutus a creatione mundi, vi cujus quidquid fit, fit per gradus infinite parvos: sive clarius, vi cujus natura nihil producit per saltum, nihilque potest ab uno extremo ad aliud transire, nisi transeat per omnes intermedios gradus, sive status, sive intermedias magnitudines (*n.* 84).

304. *Scholion. Hanc legem ab anno 1687 evulgavit Leibnitius, & contra cartesianas motus leges adhibuit: eam amplexi sunt Leibnitiani plures, præcipue Matrona lectissima D. Chatellet in suis Physicis Institutionibus, tum P. Rogerius Boscovich, qui de hac lege integram edidit Dissertationem* Romæ *anno* 1754. *Præstat hanc legem examinare, antequam ad nevvtonianas procedamus.*

PROPOSITIO. *Principium continuitatis fingi nequid pro universalissima naturæ lege.*

305. *Probatur*. Plures novimus in natura mutationes legi continuitatis contrarias. Nam primo Geometria plures nobis exhibet curvas, quæ posteaquam ad certum punctum devenerint, retro cursum flectunt, in quo regressus puncto, ut pote per Leibnitianos prorsus indivisibilis (*n.* 186), frustra Adversarii fingunt nodum fieri infinite parvum, quem describens linea ab una directione ad oppositam successive transeat. Rursus (*ex prop.* 16 *libr.* 3 *Euclid.*) certum est dari transitum a minori ad majus, non tamen per æquale: sive dari angulum, qui minor evadit, & major alio; neque tamen, in transitu a minori ad majorem fieri potest eidem æqualis: nempe si recta AB (*fig.* 1), immobili manente puncto A, successive moveatur versus tangentem AC, describet acutos angulos BAP, BAQ, aliosque omnes possibiles, qui licet semper majores fiant, erunt tamen semper minores semicirculi angulo BAO, utpote ejus partes; quam primum vero recta AB congruet tangenti AC, constituet rectum angulum CAB (*Geom. num.* 141), qui major est semicirculi angulo BAO, ergo habetur transitus a minori magnitudine ad majorem, quin omnes percurrantur intermedii gradus: nam inter utrumquem extremum dari debet gradus æqualitatis cum altera magnitudine, cujus una sit major: neque tamen hic gradus ab angulo BAP continenter crescente percurritur. Non valet cum Boschovichio respondere, angulos semicirculi esse mixtilineos, angulum vero contactus esse rectilineum, adeoque, cum sint diversæ speciei, continuitatem servare non debere. Cum enim curva sit polygonum ex infinitis rectis laterculis compositum, ipso fatente Boscovichio, profecto anguli semicirculi possunt pro rectilineis haberi, ejusdem speciei cum angulo contactus; hinc inter

istos

iſtos locum habere deberet continuitatis lex.

306. Phyſica etiam mutationes ſuppeditat corporum, in quibus continuitatis lex minime ſervatur. Primo enim, inquit Cl. Maupertuiſius (*Eſſay de Coſmologie*), etſi ſupponamus in motu velocitatem augeri, & minui per gradus, annon ſemper haberetur transitus ab uno gradu ad alium, & transitus omnium maxime imperceptibilis, qui tantum continuitatis legem violat, quantum eam violaret destructio ſubita univerſi? Cum enim corpus a motu tranſit ad quietem, vel a quiete ad motum, tranſit ab aliquo ad nihil, vel a nihilo ad aliquid, inter quæ diſtantia habetur infinita. Rurſus docet experientia, corpora ingenti vi ad motum acta, a quiete ad maximum motum in instanti tranſire, ut pila tormentaria ingenti vi nitrati pulveris momento expulſa: item æqualia mollia corpora ex oppoſitis partibus paribus viribus ſe collidentia in ictu quieſcere: corpus a duabus viribus in gyrum actum, deficiente in instanti vi centripeta, vel centrifuga, illico per tangentem fugere, vel perpendiculariter ad terram cadere, quin in mutanda motus directione gradus intermedios tranſeat. Hæc ſenſuum teſtimonio certiſſima ſunt, e quibus propterea non recedendum videtur, quouſque non demonſtraverint Leibnitiani in harum mutationum apparentia ſenſus continuo falli, quod certe præstabunt nunquam.

## *Solvuntur Objecta.*

307. Opp. 1 Leibnitiani. Lex continuitatis principio rationis ſufficientis innititur: nam admiſſo in natura ſaltu, nulla daretur ſufficiens ratio, cur tantus determinate ſaltus haberetur, non major, nec minor, ſiquidem *oporteret*, inquit Bernoullius (*diſſ. de motu T.* 3 *Op.*) primum ſtatum destrui, *quin ſciret natura, ad quem alium ſtatum determinari deberet*, ergo &c.

308. R. Ex hoc argumento id unice inferri: legem continuitatis in iis mutationibus ſervari,

in

in quibus antecedens status continet sufficientem rationem status immediate sequentis, quod quidem Leibnitianis concedimus. At, si dentur sufficientes rationes, cur saltus haberi debeat, veluti si caussa potens corpus quiescens ad motum ingentem impellat, certe ex ipso sufficientis rationis principio erit admittendus in natura saltus.

309. Inst. Rerum ordo in quibuscuque mutationibus saltum excludit: nam saltus est transitus ab uno extremo ad aliud intactis mediis; id autem est impossibile: non enim possum ab uno cubiculo ad aliud me conferre, quin viam intermediam percurram.

310. R. nego ant. cujus falsitas ex probationibus patet (*n.* 306). Deinde: vel gradus intermedii actu existunt, vel sunt tantummodo possibiles. Si actu existant, veluti intra unum, aliudque cubiculum, certe pertransiri debent: At si possibiles dumtaxat fuerint: v. g. potest determinata velocitas aut per omnes gradus successive produci, aut toto simul, tunc necesse non est, ut per omnes successive gradus fiat transitus, imo oppositum quandoque contingere docet experientia (*n.* 306).

311. Opp. 2. Admisso saltu posset una quantitas eodem momento binas inæquales habere magnitudines: fac enim corpus a velocitatis gradibus moveatur per horæ quadrantem, quo elapso velocitatem 6 acquirat, jam ultimus horæ quadrantis terminus est etiam initium temporis sequentis, ergo in illo utriusque temporis termino haberet corpus duas magnitudines: nempe velocitasem 2, & velocitatem 6, quod repugnat.

312. R. Si quid probaret argumentum, neque Deus posset mutationes rerum creare legi continuitatis contrarias: nulla enim potentia existere possunt contradictoria, uti sunt major, ac minor celeritas in eodem corpore. Est itaque argumentum purum sophisma, cum supponat finem unius quantitatis esse simul initium alte-

rius,

rius, quod falſum eſt. Quis enim dixerit ultimum unius quadrantis horæ minutum eſſe initium immediate ſequentis? Termini itaque, licet ſe tangant, ſunt tamen diverſi, ac distincti inter ſe, propterea falſum eſt debere eodem inſtanti quantitatem duas habere magnitudines inæquales.

313. Opp. 3. Legem continuitatis exiſtere demonſtrat inductionis argumentum, quod in phyſica ſummi debet eſſe uſus. Nam lucis reflexio, & refractio: corporum condenſatio, ac rarefactio: corporum motus per curvas, & rectas: curſus, ac directiones aquarum: incrementa plantarum, uno verbo rerum omnium mutationes nobis notæ fiunt ſucceſſive, ac per omnes intermedios gradus, ergo &c.

314. R. Inductionis argumentum nullius eſſe roboris, niſi perfecta fiat partium enumeratio, quæ a Leibnitianis neque fit, neque fieri poteſt. Non quidem fit, cum plures a nobis aſſignentur mutationes, quæ legem continuitatis non ſervant (n. 305, 306), neque fieri poteſt, tum quia in diverſis locis, puta in tellure, & ſpatiis cælestibus natura diverſo operatur modo, & ad hæc loca, atque mutationes omnes in die contingentes nec ratio, nec obſervatio poſſunt pertingere: Tum quia in primis motus principiis utpote inſenſibilibus, notum eſſe nequit quomodo operetur natura. Tum tandem quia nemo probabit unquam eandem legem, quæ a magnis corporibus ſervatur, etiam in minimis eorum elementis vigere, niſi prius certum fuerit legem continuitatis ex ipſa materiæ eſſentia dimanare: quod tamen nec Leibnitiani dicere audebunt.

## *Lex* I *Nevvtoniana*.

*Omne corpus perſeverat in ſuo ſtatu quieſcendi, vel movendi uniformiter in directum, (hoc eſt eadem celeritate, & ſecundum eandem directionem), niſi a cauſſa externa ſtatum ſuum mutare cogatur.*

315. Hæc lex, quam inter axiomata refert Nevvtonus, est corollarium vis inertiæ. Cum enim corpus positivam exerceat vim, ut in suo statu permaneat ( *num.* 240 ): cumque motus, quies, determinatos celeritatis gradus, & directio, quæ primum in corpore inducuntur, sint corporum certi status, debet propterea corpus hæc omnia conservare quousque accedat externa aliqua caussa, mutationem inducens.

316. *Coroll. I.* Cum linea curva, ex mathesi peripheriæ polygoni infinitorum rectorum laterum æquivaleat, hinc motus corporum est semper sui rectilineus. Describunt tamen corpora quandoque curvam, quia vires vel inæqualis quantitatis, vel inæqualis directionis in ipsa agunt ut infra demonstrabitur.

317. *Coroll. II.* Caussa Continuitatis motus in corporibus projectis, quam Scholastici dixerunt esse aerem a tergo mobilis se dilatantem, ipsumque antrorsum propellentem, est ipsorum corporum inertia, quæ acceptum impetum conservat.

## *Satisfit Objectis.*

**318. Opp. 1. Corpus, nulla accedente externa caussa**, a quiete ad motum, & a motu ad quietem, item ab uno ad alium velocitatis gradum, ad una ad aliam directionem transit. Corpus in motu positum sponte ad quietem redigitur: corpus descendens motum accelerat, ascendens autem retardat; tandem projectum per rectam lineam, describit cadendo curvam, ergo &c.

319. R. nego ant. Ut autem objecta phænomena, hisque similia nevvtonianæ legi non repugnare intelligamus, advertendum est corpora quæcunque constanti gravitatis vi deorsum rapi: item media quiescentia, per quæ incedit corpus, utpote inertia, ejus motui resistere vi eorum densitati, ac mobilis volumini proportionali (*n.* 241): tandem corpus super solidi superficiem incedens, ex superficierum asperitate, & scabritie resistentiam pati, quam *frictionem*

vo-

vocant, quæ frictio, cum oriatur ex ingressu angulorum, & cuspidum unius corporis in poros alterius, major est pro majori mobilis gravitate in planum, pro majori ejus velocitate, item pro majori ejus superficie, & asperitate: ex his enim quatuor caussis oritur profundior, ac copiosior cuspidum, & angulorum in cavitates intromissio. Nunc intelliges, cur secto filo descendat corpus antea quiescens: rapitur enim deorsum a gravitatis vi. Cur corpus motum tandem quiescat, ejus nempe impetus & a gravitate, & a medii resistentia, & a plani frictione, si supra planum moveatur, sensim extinguitur. Caussa etiam accelerationis, & retardationis motus, ejusque parabolici descensus est a gravitate, ut infra demonstrabitur.

320. Instabis: secto filo corpus suspensum duplicem habet contrariam vim, unam inertiæ, ne moveatur, alteram gravitatis, quæ ipsum sollicitat ad motum: sed hæ duæ vires sunt æquales cum sequantur rationem massæ, ergo nullus sequi deberet motus.

321. R. Gravitatem considerarii posse veluti externam potentiam, quæ corpus deorsum continuo urget, ac singulis momentis initiales velocitates ipsi communicat (*n.* 287), quæ initiales velocitates ab obstaculi, sive, in hypothesi, a fili resistentia continenter eliduntur. Porro nisi eliderentur, conservarentur ab inertia corporis, tantum abest ut ab ipsa inertia destrui debeant, quæ est fundamentum communicationis motus in corporibus, cum ex reactione vis inertiæ, quantam motus quantitatem recipit corpus, tantam reagendo in impellente perimat. Igitur secto filo initiales velocitates non amplius eliduntur ab obstaculo, sed in corpus translatæ, & ab inertia conservatæ ipsum rapiunt deorsum.

322. Inst. Si corpus projectum ab externis caussis tantummodo ad quietem adigeretur, jam corpus leve emissum in vacuo quacunque minima vi, moveretur in infinitum, quod absurdum

est

est: haberetur enim in hac hypotheſi effectus infinitus a cauſſa finita, quod implicat (*per axioma V, n. 8*).

323. R. Si abſurdum non eſt ut figura, quam finitus artifex in marmore induxit, infinito duret tempore, ſicuti contingeret, ſi nulla externa cauſſa ipſam unquam mutaret; nec certe abſurdum erit corpus, ceſſantibus extrinſecis cauſſis, quæ in illud agant, perſeverare in motu per tempus infinitum, talis enim motus infinitus duratione, in ſe inſpectus foret abſolute finitus; nonniſi enim infinito tempore corpus tali motu inſtructum poſſet infinitum ſpatium percurrere. Atque hinc clarius etiam patet, quod ſupra (*nu.* 295) diximus contra Leibnitianos, *effectus* nempe *virium rationem habere compoſitam ex cauſſis, & temporibus*: ex quo axiomate vis finita in hoc caſu elicitur: nam ſi ſpatium, ac tempus ſunt infinita, erit vis ut quotiens infiniti diviſi per infinitum (*n.* 280): ſed numerus infinitus in alio infinito finita ratione ingreditur, puta ſemel, bis &c., ergo vis erit finita. Neque enim urgeas ſaltem in hypotheſi motum fore perpetuum, qui tamen impoſſibilis communiſſime cenſetur. Enim motum perpetuum mechanicum, quo ſcilicet mobile retenta eadem motus quantitate, quam primo habuit, perpetuo in orbem redeat, Phyſici arbitrantur impoſſibilem ratione occurrentium impedimentorum præſertim reſiſtentis medii, non autem ex defectu cauſſæ producentis.

324. Inſt. Impetus eſt qualitas abſoluta a mobili realiter diſtincta, & in ipſo ab impellente vi producta: ſed hæc qualitas eſt finita & limitata, ergo percurſo ſpatio huic quantitati finitæ proportionali debet corpus a motu ceſſare.

325. R. nego maj. non enim concipere poſſumus, quid ſint hæ qualitates abſolutæ, & a corporibus ſeparabiles (*n.* 91), & cui inſerviant uſui. Itaque vis motrix, cum quieſcenti corpo-

ri

ri applicatur, nullam qualitatem in ipso producit, sed tantummodo ejus inertiam superat, illudque ad motum determinat, quem ratione inertiæ conservare debet, quousque ab extrinseca caussa ad quietem redigatur: eo modo quo artifex figuram in marmore inducens, non producit novam absolutam qualitatem, sed veterem aufert marmoris modificationem, novamque inducit, quam corpus tenaciter conservat, quousque ab extrinseca caussa immutetur.

326. Inst. Status est quid permanens: sed motus est quid fluens, ac transiens, ergo motus non est status a corpore servandus vi inertiæ. Deinde locus est corporis status; ergo si corpus perseverat in suo statu, debet perseverare in suo loco, & idcirco non moveri.

327. R. distinguo min. motus est quid transiens reſpectu spatii, concedo min., respectu mobilis, nego min. &c. Licet motus relate ad spatium sit quid transiens, ac successivum, respectu tamen mobilis, est vera affectio, modusque existendi permanens, & corporis status, qui mutari intelligitur, vel cum a motu ad quietem fit transitus, vel cum ejus directio, ac velocitas immutatur.

328. Ad 2. Locus est quid corpori omnino extrinsecum, unde nonnisi improprio sensu dici potest corporis status. At motus est vera ipsius corporis modificatio, & consequenter intrinsecus corporis status, perinde ac figura, & quies.

329. Inst. Si corpora in motu posita ob resistentiam aeris a motu cessarent, jam ubi æquali vi projiciantur duo corpora æqualis voluminis, sed diversæ massæ, puta duæ æquales pilæ, quarum una sit plumbea, altera cerea, deberet utraque pari tempore a motu cesssare, cum respectu utriusque sit æqualis resistentia aeris, voluminibus proportionalis: atqui docet experientia tardius a motu cessare corpus majoris massæ licet majorem etiam habeat gravita-

tem,

rem, quæ ejus motui resistit, ergo &c.

330. R. Corpus projectum a motu cessare, tum ob oppositam gravitatis vim, tum ob aeris resistentiam (*n.* 319), quæ ejus vim sensim elidunt, ergo ubi major sit vis viva in corpore projecto, tardius a gravitatis vi, & a medii resistentia extinguetur, adeoque projectum progredietur longius, sed in corpore majoris massæ est major vis viva, utpote factum ex massa in celeritatem (*n.* 292), quam sit in corpore minoris massæ; ergo primum altero longius progredi debet. Neque enim obstat corpus majoris massæ majorem etiam habere gravitatem ejus motui oppositam, nam gravitas massæ proportionalis est, vis autem viva producto massæ in celeritatem, unde aucta massa magis increscit vis viva, quam gravitas.

331. Inst. Data utrique corpori inæquali vi viva, adhuc debet ab utroque idem spatium percurri, cum hoc solum discrimine, quod corpus majoris vis majorem tribuat restituti aeris motum, quam alterum minoris vis: nam si duo corpora inæqualis massæ, sed æqualis tamen velocitatis in alia duo æqualia, & quiescentia impingant, quiescet utrumque post ictum, obstacula vero movebuntur inæquali celeritate, celerius nempe, quod a mobili majoris vis fuit percussum, tardius vero alterum, ergo a pari.

332. R. nego paritatem. Latum quippe discrimen est inter corpus solidum in alia quoque solida agens, & inter solidum agens in fluida. In priori casu, cum obstaculi firmitas impediat ne ejus partes maxime cohærentes a percutiente dividantur, idcirco mobile incurrens, post ictum vel una cum obstaculo progreditur, vel quiescit, vel reflectitur juxta Dinamicæ leges infra stabiliendas. At, ubi solidum in fluidum agit, fluidi partes, quæ exigua cohærent vi, facile dividi possunt, adeoque solidum juxta pristinam directionem progreditur, quousque ejus vim tum in superanda fluidi resistentia, tum a contraria

via gravitatis actione sensim extincta fuerit: ergo corpus majori vi instructum facilius fluidi cohærentiam, & inertiam superabit, adeoque longius progredietur, quam alterum minori vi pollens.

333. Inst. Globus tormentarius summo mane explosus longius progreditur, quam meridie; sed oppositum evenire deberet juxta datas responsiones, quandoquidem summo mane aer est densior, resistentia autem est densitati proportionalis, ergo &c.

334. R. Ex quo summo mane aer sit densior non minus tormentariæ pilæ motus retardatur, quam ejus mora intra tormentum post accensionem nitrati pulveris: posita autem vel minima pilæ retardatione intra tormentum, major, & quidem sensibiliter major debet ipsi velocitas communicari; copiosior enim accenditur nitrati pulveris copia, dum intra tormentum pila diutius moratur, ac major propterea vis in pilam agit. Rursus ex hac retardatione pilæ accensus pulvis agit longiori tempore, adeoque majorem producit effectum, qui rationem habet compositam ex caussa, & tempore (*n.* 295). Cum itaque vis pilæ communicata majori sua intensitate duabus his caussis aucta superet excessum densitatis aeris matutini præ meridiano, non mirum, si pila longius excurrat tempore matutino, quam meridiano.

335. Opp. 2. Si supra lusoriam tabulam eburnea pila digito valde prematur, ita progredietur, ut aliquando sua sponte regrediatur per eamdem lineam. Item turbo puerilis celerius in medio, quam initio motus circumagitur. Tertio: glandes plumbeæ e brevioribus fistulis expulsæ majorem habeant vim in moderata, quam in minima a fistula distantia, & in tormentis bellicis pilæ expulsæ, cæteris paribus, longius feruntur pro minori tormenti longitudine. Tandem ex sclopeto explosa pila plumbea ad majorem distantiam progreditur, quam si eadem

materia in plura granula divisa pari vi ejiciatur: sed hæc omnia statutæ legi repugnant, ergo &c.

336. R. ad 1. Pilæ eburneæ ex digiti compressione duplex communicatur motus, nempe progressivus, & rotationis circa proprium axem: hinc ab aeris resistentia, & tabulæ frictione eliso rectilineo motu, motus alius circa axem remanet, reciditque pila in contrariam directionem, donec rotationis motus fuerit extinctus.

337. Similis est secundi phænomeni solutio. Turbo puerilis a circumducto filo, & projectionis directione suscipit diversos motus *declinationis*, *rotationis*, *processionis*, *retrocessionis &c.* his porro omnibus sensim extinctis major, apparet vertiginis motus circa cuspidem, utpote ab aliis diversis directionibus expeditus.

338. Ad 3. In fistulis brevioribus non totus accenditur nitratus pulvis; antequam pila e fistulæ ore recesserit, sed aliqua tantummodo pars; reliquum pulveris extra ipsius fistulæ os inflammatur, adeoque in moderata a fistula distantia augetur caussa majorem pilæ velocitatem impertiens.

339. In tormentis autem data longitudine, quæ determinatam exigit pulveris quantitatem, si longitudo crescat, pila in tormenti latera impinget, ac motus patietur jacturam.

340. Ad 4. Massa plumbea in granula divisa majorem acquirit superficiem, hinc majorem patitur ab aere resistentiam, propterea brevius percurrit spatium, quam eadem massa in sphæram compacta.

## *Lex II. Newtoniana.*

*Mutatio motus est vi, a qua pendet, proportionalis: fitque secundum rectam lineam, qua vis illa imprimitur.*

341. Pendet hujusce legis veritas ex physico axiomate: *Quilibet effectus est semper suæ caussæ adæquate proportionalis* (*n. 8, axioma V*).

Nam

Nam motus est effectus vis, a qua producitur (*n.* 284), ergo debet esse ipsi proportionalis, ergo mutatio motus est vi, a qua pendet proportionalis. Similiter directio motus pendet ab eadem caussa, a qua oritur motus; sed omnes motus sunt initio rectilinei (*n.* 316), ergo corpus a vi motrice habet, ut rectam lineam describat, ergo corpus rectam illam lineam percurrere debet, qua vis motrix imprimitur.

342. *Corol. I.* Vis dupla duplum, tripla triplum motum producit.

343. *Corol. II.* Quiescit corpus vel cum ab oppositis æqualibus viribus eodem tempore urgetur; vel cum in motu positum contrariam suo motui æqualem vim offendit.

344 *Corol. III.* Si corpus quiescens inæqualibus oppositis viribus ad motum simul urgeatur, sequetur vis præpollentis directionem, eritque ejus motus, ut excessus vis majoris supra minorem.

345. *Corol. IV.* Si corpori in motu posito accedat vis ipsum urgens juxta primi motus directionem, ejus motus augebitur in ratione vis applicatæ. Si nova vis fuerit primo motui contraria, ac minor, subtrahentur a primo motu gradus vis æqualis contrariæ vi. Si vero major fuerit, regredietur corpus in contrariam partem motu æquali excessui vis majoris, supra minorem.

## *Lex III. Newtoniana.*

### *Actioni æqualis est & contraria reactio.*

346. Hæc lex explicatione magis, quam probatione indiget. Ac primo hæc lex solas respicit res mechanicas, ac materiales; non vero actiones Dei, & spirituum. Deinde distingui debet *vis* ab *actione*, & *resistentia* a *reactione*. *Vis* generatim est facultas, qua unum corpus in aliud agere potest; *actio* est illa vis portio, qua unum corpus actu in aliud agit, unde *actio* potest esse æqualis vel minor vi mortice, num-

quam autem ipsa major ( *ex axiomate V*, *n.* 8 ) *Resistentia* est facultas corporis ad reagendum, sive ad frangendum alterius vis impetum; *reactio* autem est ejusdem facultatis applicatio, unde *reactio* potest quidem esse minor, vel æqualis resistentiæ, non autem ipsam excedere. Cum itaque asseritur *actioni respondere æqualem reactionem*, sensus non est: vi motrici respondere æqualem resistentiam; sed potius tantam vis motricis partem a mutua corporum actione imminui, quanta est resistentia in movendo corpore superanda; habeat enim Petrus vim motricem = 100, profecto ad movendum pondus = 10 vim impendet tantummodo = 10, adeoque non aget in pondus, nisi actione = 10. Similiter sit pondus = 1000, quod e loco pellere nitatur Petrus vi motrice = 100, proculdubio ponderis reactio erit dumtaxat = 100, adeoque minor ipsa resistentia.

347. Hanc porro legem hisce exemplis illustrat Newtonus ( *Princip. Math. Phil. nat. pag.* 13 ): *Si quis lapidem digito premit, premitur & hujus digitus a lapide. Si equus lapidem funi alligatum trahit, retrahetur etiam & equus æqualiter in lapidem: nam funis utrinque distentus, eodem relaxandi se conatu urgebit equum versus lapidem, ac lapidem versus equum, tantumque impediet progressum unius, quantum promovet progressum alterius. Si corpus aliquod in corpus aliud impingens motum ejus vi sua quomodocumque mutaverit, idem quoque vicissim in motu proprio eamdem mutationem in partem contrariam vi alterius ( ob æqualitatem pressionis mutuæ ) subibit.* Innumera etiam alia experimenta, & phænomena hujusce legis veritatem demonstrant.

## *Audiuntur Adversarii.*

348. Opp. 1. Data hac lege, cum corpora in se invicem agunt, contigeret æquilibrium actio-

nis,

nis, & reactionis, unde impoſſibilis evaderet motus. Nam cum equus v. g. alligato fune lapidem trahit, si æquali vi a lapide retrahitur, dabitur oppoſitarum virium æquilibrium, ergo nullus unquam ſequetur motus (*n.* 343).

349. R. Hæc nullo negotio enodari, dummodo ſuperius dicta (*n.* 346) circa differentiam actionis, & vis motricis attendantur. Dum itaque equus lapidem fune alligatum trahere nititur, tanta eſt ejus actio in lapidem, idest tantam exercet equus vim in lapidem removendum, quanta eſt lapidis reſiſtentia: unde hac actione cum ſibi æquali lapidis reſiſtentia æquilibrium faciente, ita ſe habet lapis, ac si motui equi nullo pacto reſiſteret. Hinc equus reliqua ſua vi motrice (cum non totam impendat contra lapidem) ad incedendum utitur, ſimulque lapidem trahit; qui ratione æquilibrii inter actionem, & reactionem non amplius reſiſtit. Cum itaque reactio ſit æqualis actioni, non autem vi motrici, propterea non redditur impoſſibilis motus.

350. Inſt. Dum victa lapidis reſiſtentia equus ſeipſum, ac lapidem movet, jam vel agit in ſeipſum, ac in lapidem, vel non. Si primum, ergo dabitur actio ſine reactione: ſi ſecundum, ergo neque equus, neque lapis movebuntur, cum movere equum, & lapidem ſit agere.

351. R. Jam diximus totam equi vim eſſe majorem lapidis reſiſtentia; pars hujuſce vis æqualis reſiſtentiæ lapidis, contra lapidem impenditur, cui reſpondet oppoſita, & æqualis reactio; hinc facto inter lapidis reſiſtentiam, & actionem equi æquilibrio, perinde eſt, ac ſi lapis nullo pacto reſiſteret, unde reliqua vi motrice equus ſeipſum movet, perinde ac ſi nullum haberet impedimentum. Quia vero lapis eſt cum equo connexus ratione funis, jam ſublata per æquilibrium reſiſtentia omni, equus ſeipſum movens lapidem trahit abſque ullo novo virium diſpendio in movendo lapide, ſive

absque nova actione in lapidem. Finge enim lapidem esse corpus positive leve, nullaque instructum inertia, profecto in hac hypothesi lapidem moveret equus absque ulla contra ipsum actione; sicuti si quis in vacuo brachium sus, deque agitaret, esset quidem in brachio vis, non tamen actio, quæ obstacula, ac impetum necessario exigit. Cum itaque facto æquilibrio inter actionem, & reactionem perinde sit, ac si lapis gravitate, & inertia foret destitutus, patet ipsum moveri absque ulla ulteriori actione, sive vis jactura; motus autem equi est ab ejus anima fortasse spirituali, quæ huic legi non subest. (*n.* 346).

352. Opp. 2. Si quis in navi sedens remo innixo litori navem repellat, ob litoris reactionem, jam eadem motus quantitas, quæ in navigio est, esset & in litore, quod tamen quiescit.

353. R. Concedo eamdem motus quantitatem esse & in navi, & in litore, licet in litore velocitas sit insensibilis: nam inæqualia corpora eamdem habent motus quantitatem, cum habent velocitates in ratione massarum reciproca (*n.* 291), sed massa navigii ad massam litoris, sive totius telluris, nullam habet sensibilem rationem, ergo velocitas telluris ad navigii velocitatem non habebit rationem sensibilem: unde nihil mirum, si nulla appareat in litore sensibilis velocitas.

354. Opp. tandem. Si ferreo malleo vitrum percutiatur, erit juxta hanc legem eadem actio mallei in vitrum, ac vitri reactio in malleum: sed vitrum frangitur, non vero malleus, ergo actio, & reactio non sunt æquales.

355. R. Licet æqualis sit vis percussionis respectu vitri, & vitri reactio in malleum, solum tamen vitrum frangitur, quia vitri particulæ fragiles nequeunt percussionis actionem sustinere, sicuti reactionem sustinere partes ferri valent, multo fortius inter se cohærentes.

# CAPUT V.

## *De Virium, ac Motuum compositione, & resolutione.*

356. *Definitiones*. Motus *compositus* ille est, qui a pluribus viribus simul agentibus in corpore producitur. *Simplex* vero ab unica vi efficitur.

357. Ex varia directione virium in idem corpus simul agentium oritur *oppositio*, vel *conspiratio*. Ex *diametro oppositæ* dicuntur vires, quæ in oppositas plagas mobile propellunt, ut si vis C (*fig.* 2) propellat corpus A in plagam D, & vis D propellat idem corpus A in plagam C. Quæ autem vires ex diametro non opponuntur, dicuntur *conspirare*, veluti vires BC (*fig.* 3) urgentes corpus A in eamdem plagam.

358. Si vires conspirantes suis directionibus angulum efforment, veluti vires BC efformantes angulum BAC, dicetur *angulus directionis*, & quo minor erit hic angulus, eo major erit virium conspiratio. Unde major erit conspiratio virium BC, quam virium BD.

359. *Scholion*. *Quid evenire debeat de corpore ab oppositis viribus simul impulso, tum a viribus omnino conspirantibus juxta eamdem directionem ad motum incitato, diximus supra* (n. 343, & seq.): *nunc dicendum de viribus ita mobili applicatis, ut angulum efficiant*.

PROPOSITIO. *Si duæ vires ad angulum junctæ simul urgeant corpus, describet composito motu diagonalem parallelogrammi, cujus bina latera exprimant vires solicitantes, & quidem eodem tempore, quo viribus separatis latera percurreret*.

360. *Probatur*. Si in mobile A (*fig.* 4) simul agant duæ vires AD. AG junctum ad angulum GAD ita quidem, ut si agerent separatæ, corpus A æquali tempore pergeret ad D, vel ad

G, dico mobile, completo parallelogrammo ADNG descripturum composito motu diagonalem AN, quo tempore viribus separatis percurreret latera AD, AG. Si enim vires forent separatæ, jam mobile primo tempore ferretur in B, vel in E: nunc, cum sint conjunctæ, neque se destruant, utpote conspirantes, debet corpus utriusque vis directioni obsequi, sive esse in aliquo puncto utrique communi; sed tale est punctum L, in quo vires EL parallela AB, & BL parallela AE concurrunt; ergo corpus primo tempore feretur in L. Simili modo ostendam secundo tempore, quo viribus separatis describeret spatium BC, vel EI, futurum in M, & tandem in N, ergo percurret totam diagonalem AN, quo tempore viribus separatis latera describeret.

361. Id clarius fiet, si supponamus lineam AG esse canalem, per quem mobile uniformi motu descendat, adeout primo tempore conficiat spatium AE, secundo spatium EI, tertio spatium IG. Si enim concipiamus hunc canalem sibi semper parallelum versus lineam DN interim uniformi motu promoveri, adeout primo tempore congruat cum linea BK, secundo cum linea CO, tertio cum linea DN, evidens est mobile intra canalem decidens futurum primo in L, tum in M, ac tandem in N, adeoque descripturum diagonalem AN, quo tempore separatis viribus latera percurreret. Idem etiam pluribus confirmatur experimentis, quæ apud Nolletum legi possunt.

362. *Corollar. I.* Celeritas mobilis diagonalem motu composito describentis est ad celeritatem alterius motus simplicis, quemadmodum ad alterutrum parallelogrammi latus est illius diagonalis. Nam in motu æquabili celeritates sunt ut spatia paribus temporibus descripta (*n.* 281).

363. *Corol. II.* Datis virium simplicium celeritatibus, & angulo, sub quo vires applicantur, innotescit celeritas, ac directio compositi motus.

tus. Nam longitudo, & poſitio diagonalis, quæ celeritatem compoſiti motus exprimit (*n.* 362), innoteſcit ſimul ac dentur duo parallelogrammi latera, & angulus ab hiſce lateribus comprehenſus (*Geom. n.* 96).

364. *Corollarium III.* Celeritas motus compoſiti iiſdem viribus producta ſequitur inverſam rationem illius anguli, quem formant virium ſimplicium directiones. Nam celeritas compoſiti motus eſt ut diagonalis illius parallelogrammi, quod conſtitui poteſt ſub celeritatibus, & directionibus virium ſimplicium (*n.* 361); ſed diagonalis AE (*fig.* 5), utpote oppoſita majori angulo ACE, eſt major diagonali AD oppoſita minori angulo ACD (*Geom. n.* 73): angulus autem directionis CAF pars anguli directionis CAB eſt ipſo minor (*Geom. axiom.* 1, *n.* 40); ergo celeritas compoſiti motus eſt major pro minori directionis angulo, & minor pro majori, adeoque ſequitur inverſam rationem anguli directionis.

366. *Corollarium IV.* Duæ vires ſimul agentes per compoſitionem vim producunt ipſarum ſumma minorem. Nam vim producunt expreſſam per diagonalem, quæ eſt minor ſumma duorum laterum (*Geom. n.* 69) experimentium vires ſimul agentes. Hinc manifeſtum eſt non ſemper in mundo eamdem eſſe motus quantitatem, ut cenſuit Carteſius (*n.* 56).

366. *Corollarium V.* Si mobile A (*fig.* 4) a ſimplici vi motu uniformi urgeatur in N, itaut eodem tempore ſpatium AN deſcribat, quo urgeretur a duabus viribus ſimul junctis ad angulum DAG ad percurrendam diagonalem AN, jam ejus ſimplex motus conſiderari poterit ut compoſitus ex viribus AD, AG: ſicque quilibet rectilineus motus haberi poterit pro compoſito ex illis ſimplicibus viribus, quæ per data parallelogrammi latera ſub certo angulo deſignantur.

367. *Scholion. Ex duobus ultimis corollariis gravis oritur difficultas, cur ſtante æqualitate cauſſam inter, & effectum, duæ vires ſimilium*

*ctæ ad angulum vim producant ipsarum summa minorem (n. 365): ac una simplex vis per decompositionem, sive resolutionem duas producat, quarum aggregatum est ipsa majus (n. 366). Leibnitianæ virium mensuræ fautores, qui ex quadrato velocitatis vires vivas æstimandas volunt (n. 288), putant duas vires junctas ad obtusum angulum invicem ex parte opponi, atque idcirco, elisis gradibus contrariis, vim corpori communicari summa impellentium minorem, sicuti quadratum diagonalis AB (fig. 6) est minus quadratis laterum AC, AF exprimentium vires impellentes, si vero duæ vires AG, AF sint junctæ ad acutum angulum GAF, ajunt ratione majoris conspirationis unam alteram juvare, adeoque vim corpori communicatam esse majorem summa impellentium, sicuti quadratum diagonalis AE excedit quadrata laterum AG, AF simul sumpta. Tandem si vires impellentes AG, AI junctæ fuerint ad rectum angulum GAI, tunc contendunt neque conspirare, neque opponi, propterea vim corpori communicatam æquare summam virium impellentium, sicuti quadratam hypothenusæ AL æquat quadrata cathetorum AG, GL, sive AI simul sumpta* (Geom. n. 162).

368. *At vires ad rectum angulum junctas nullo pacto opponi falsum videtur. Nam ab acuto ad obtusum angulum deveniendo crescit oppositio, atque minuitur ab obtuso ad acutum angulum descendendo, ergo in angulo recto, qui inter obtusum, & acutum mediat, aliqua oppositio haberi debet, ac consequenter aliqua virium elisio.*

369. *Nunc accipe propositæ difficultatis solutionem. Effectus quilibet est suæ caussæ adæquate proportionalis, quoties caussæ in agendo nullum offendant impedimentum. Jam vero concipi nequeunt duæ vires junctæ ad angulum, impellentes simul idem corpus juxta diversas directiones, quin simul concipiatur una alteri aliquo modo obsistere, & altera reagere, ex quo nisu, & sensu aliqua virium elisio contingere debet, ideo-*

que

*que vis corpori communicari a summa virium impellentium deficiens. Concipe itaque vires AC, AF* (fig. 7), *junctas ad angulum quemcumque A urgere simul corpus A. Vis AF resolvitur in duas AE, AG, sive AE, EF* (*n.* 366). *Similiter vis AC resolvitur in duas AB, AH, sive AH, HC: sed FE, CH directe opponuntur, suntque æquales* (Geom. n. 70), *ergo eliduntur, ac remanent conspirantes in vi AE portio AE, & in vi AC portio AH, cui addita portione HD æquali AE, patet communicari corpori vim æqualem toti diagonali AD. Non ergo mirum, si inter caussam, & effectum hic non appareat adæquata proportio; effectus enim tantummodo pleni, idest seclusa omni vi, sive adjuvante, sive impediente, sunt viribus caussarum suarum proportionales.*

## CAPUT IV.

### *De motu Curvilineo, ubi de Viribus Centralibus.*

PROPOSITIO. *Si corpus a duobus simul impellatur viribus, quæ relationem ad se continuo mutent, vel ratione quantitatis, vel ratione directionis, curvam continuam describet.*

570. Probatur 1. de viribus inæqualibus. Si corpus A (*fig.* 8) duabus simul urgeatur viribus AB, AC, quarum prima AB sit constans, altera AC continuo crescat ea lege, ut corpus æqualibus temporibus majora spatia AC, DO, EP describere debeat, diviso motu temporum in partes quam minimas, primo tempusculo percurret corpus diagonalem AD parallelogrammi ABCD (*n.* 360), secundo tempusculo diagonalem DE parallelogrammi BO, sicque deinceps; sed hæ diagonales simul sumptæ lineam curvam AQ componunt, ergo describet corpus curvam continuam.

371. Si autem vires constantes quidem fuerint, sed ratione directionis relationem ad se

continuo mutent, idem prorsus continget. Si enim corpus A (*fig. 9*), duabus simul constantibus viribus AB, AT sollicitetur, describet diagonalem AE. At si dum corpus est in puncto C diagonalis AE, vis AT directionem mutet, & fiat CO, corpus directionem mutabit, & a puncto C tendet in D, ex quo, si sibi relinqueretur, progrederetur in G: at mutata directione vis CO in DP, delabitur in F, sicque deinceps in H, adeoque describit curvam continuam. Id in lapide funda circumacto experimur, qui duabus urgetur viribus, nempe vi projectionis, & altera versus centrum, ad quod a manu continuo retrahitur, quæque posterior ex rotatione manus continuo directionem mutat.

372. *Corollarium.* Quilibet curvilineus motus est necessario compositus saltem a duabus viribus, vel inæqualis quantitatis, vel inæqualis directionis. Nam motus, qui simplex sit, debet necessario esee rectilineus (*n.* 316).

373. *Scholion. Vis, qua corpus in girum actum a centro conatur recedere*, *vis* centrifuga *nuncupatur: vis, qua impeditur, ne per curvæ tangentem mobile evadat*, *vis* centripeta *vocatur: tandem vis, qua corpus impellitur secundum tangentes curvæ, & ejus directio a vi centripeta perpetuo mutatur, vis* tangentialis *nuncupatur. Hæ autem vires communi vocabulo* vires centrales *audiunt. Punctum, circa quod corpus rotatur, dicitur* centrum virium, *vel* centrum motus. *Curva, quam describit*, Orbita, *vel* trajectoria *nominatur: recta a centro virium ad mobile instar puncti consideratum ducta dicitur* radius, *aut radius* vector; *tandem tempus integra revolutione insumptum* tempus periodicum *vocitatur. Itaque vis* centrifuga *exprimitur per lineam* CZ: *vis* centripeta *per lineam Ay: vis* tangenitalis *per lineam AZ.* Centrum virium *erit* X, trajectoria *erit curva AM in seipsam rediens.* Radius vector *linea AX.*

374. *Corollarium.* Quoniam lineolæ CZ, AY æquales

æquales sunt inter se ex constructione parallelogrammi AZCY, patet vires centripetam, & centrifugam esse æquales inter se, ac vim tangentialem expressam lineola AZ majorem esse vi, tum centrifuga, tum centripeta. Et certe, nisi vis centrifuga, & centripeta forent æquales, mobile a curva deflecteret; major enim vis minorem superaret.

375. *Scholion I. Vim* tangentialem *non esse diversam a vi centrifuga plures magni nominis Physici contendunt: revera enim per vim centrifugam, & centripetam motus corporum per curvam optime intelligitur (n. 371) absque ulla distincta vi tangentiali. Item æqualitatem vis centrifugæ, ac centripetæ omnes quidem admittunt ubi corpora in circulum rotentur, non vero ubi per alias curvas circumvolvantur. Verum de hoc, ubi de caussa astrorum motrice.*

376. *Scholion II. Vis centripeta non differt a gravitate corporum, de qua infra. Vis centrifuga, & tangentialis ex vi inertiæ originem habet quæ conservat acceptum a projiciente impetum secundum rectam lineam (n. 315). Atqui hinc fit, ut vis centripeta, & centrifuga omnibus conveniant corporibus in gyrum actis, sicuti confirmant experimenta* (Nollet de Viribus Centr.)

377. *Scholion III. Mensura vis centrifugæ a massa, & celeritate, sive a quantitate motus corporis in gyrum acti determinatur. Celeritas autem corporis in gyrum acti pendet a distantia a centro motus, ac tempore periodico: nempe quo major est radius vector & orbita percurrenda; item quo minus est tempus periodicum, cæteris paribus; major est celeritas (n. 281). Doctrinam virum centralium primus dedit Hugenius, quam postea præclaris theorematis illustrarunt Nevtonus, Keillius, Joannes Bernoullius, Grandius, KVolphius, & alii plures, qui legi possunt: non enim vacat in elementis Philosophiæ omnia, ad incudem revocare.*

## CAPUT VII.

### De motu Reflexo, & Refracto.

378. Definitiones. Corpus dicitur *perfecte durum*, quod quocunque percussum ictu, figuram non mutat suam: dicitur autem *imperfecte durum*, quod licet aliquibus ictibus resistat, fortioribus tamen cedit.

379. Corpus *molle* illud est, quod percussum mutat figuram, quin deffringatur, eamque amplius recuperet, veluti cera, sebum, argilla &c.

380. Corpus *elasticum*, illud dicitur, quod percussum figuram mutat, sed vi propria, quam vocant *elasticam*, sive *elatherium*, eandem recuperat, veluti ensis, qui incurvatus, ubi cesset externa vis, ad pristinam rectitudinem sponte redit. Si corpus elasticum perfecte recuperet figuram suam, erit *perfecte elasticum*, sin eandem imperfecte recuperet, dicetur, *imperfecte elasticum*.

381. *Corollarium*. Corpus perfecte elasticum tanta vi se restituit, quanta fuit compressum: cum enim suam pristinam figuram perfecte recuperet (*n.* 380), procul dubio necesse est, ut vis restitutiva sit vi comprimenti æqualis: si enim esset vel major, vel minor, non rediret perfecte in statum pristinum. Item se restituit motu plane contrario vi qua fuit compressum; non enim possunt compressi corporis partes in pristinum statum perfecte redire, nisi motu plane contrario vi comprimenti: vis namque comprimens, & restitutiva, e diametro opponuntur.

382. *Scholion. Num existant in natura corpora perfecte elastica, & perfecte dura dubitatum fuit a quibusdam Physicis, quorum litem non moramur: experientia namque compertum est nulla dari nobis nota corpora sensibilia, vel perfecte dura, vel perfecte elastica, quidquid de vitro doceat Brixiensis* (Physic. Gen. p. 1, §. 479), *quod esse perfecte elasticum contendit: ac de pri-*

mis

*mis materiæ elementis, quæ insensibilia sunt, adeoque ad præsentem quæstionem non attinent, tradant Physici.* (*n.* 63). *Num vero insensibilia corpora perfecte dura sint possibilia, alia quæstio est; ea impossibilia dixere Joannes Bernoullius, Leibnitius, aliique legis continuitatis assertores, idque evincere conati sunt ex principio contradictionis. Nam duas habemus naturæ leges: I, ut nulla in corpore destruatur vis, absque eo quod aliquem producat effectum vel contusionis, vel similem: II, ut nullam corpus novam subeat directionem absque aliqua caussa determinante: porro corpus perfecte durum in planum perfecte durum impingens deberet resilire juxta primam legem; non deberet autem resilire juxta secundam: sed hoc contradicit, ergo corpora perfecte dura sunt impossibilia. Ita arguunt Physici plures. Verum has leges non omnes admittunt; hinc corporum perfecte durorum impossibilitas adhuc sub judice est.*

383. Si corpus elasticum in aliud immobile incidat, puta eburnea pila cadat in parientem, post ictum dirigitur in contrariam partem, sive ad eam plagam regreditur, a qua primo discessit: hic porro novus motus dicitur *reflexus*. Linea, quam corpus ante ictum describit, vocatur *linea incidentiæ*; linea vero, quam regrediendo perficit, dicitur *linea reflexionis*: linea educta ex puncto reflexionis, & plano perpendicularis, nuncupatur *axis reflexionis*. Angulus, quem efformat linea incidentiæ cum plano, cui corpus alliditur, est *angulus incidentiæ*: angulus vero, quem efficit idem planum cum linea reflexionis, dicitur *angulus reflexionis*. Igitur si corpus A (*fig.* 10) incidens ad planum D reflectatur in C, erit linea AD *linea incidentiæ*, angulus ADP *angulus incidentiæ*: linea DC *linea reflexionis*, angulus CDE *angulus reflectionis*: recta DB *axis reflexionis*.

384. Cum corpus in suo obliquo motu offendit permeabile medium diversæ densitatis, mo-

tum

tum quidem suum versus eandem plagam prosequitur: at primam directionem mutat: hæc autem a priori semita diviatio, sive aberratio audit *refractio*: Si igitur superficies XZ (*fig.* 11) dirimat duo spatia, quorum unum fluido unius densitatis, puta aere: alterum fluido alterius densitatis, puta aqua repleatur, & globus A oblique irruat in eandem superficiem XZ, quam penetret, declinet autem a directione AE, & feratur in G, erit ejus motus *refractus*, & superficies XZ dicetur *refractiva*. Recta HC, quæ ex puncto incidentiæ X perpendiculariter erigitur ad planum XZ, dicitur *axis refractionis*: recta XG *semita refractionis*: angulus GXH *angulus refractionis*. Tandem cum angulus refractionis est minor incidentiæ angulo, ut in casu angulus GXH minor est incidentiæ angulo AXF, vocantur refractio *ad perpendicularem*: cum vero refractionis angulus est major angulo incidentiæ, ut si globus B feratur in E, erit refractio *a perpendiculari*.

PROPOSITIO I. *Vera reflexi motus caussa est vis elastica corporum congredientium*.

385. *Probatur*. Corpus elasticum immobili obstaculo allisum comprimi debet, suamque mutare figuram, donec impetus extinctus fuerit, quo promovebatur: hoc autem extincto, debet ad primam redire figuram, sed ad primam figuram redire nequit, nisi ab obstaculo recedat, & retro feratur; sive nisi reflectatur, ergo caussa reflexionis est vis elastica. Et quidem compertum experientia est corpora eo magis reflecti, quo perfectiori gaudent elasticitate, vero corpora chalibea, eburnea &c. ea veluti minime reflecti, quæ elasticitate orbantur, veluti sebum, argilla &c.: si ergo reflexio corporum est eorumdem vi elasticæ adæquate proportionalis, patet veram reflexi motus caussam esse elasticam vim corporum congredientium.

386. *Corollarium*. Caussa reflexi motus non est de-

determinata motus quantitas in mundo conſtanter perſeverans, ut volunt Carteſiani (n. 56.): neque vis corporum repellens, ſicuti docuit Boſcovichius negans mathematicum corporum contactum (n. 58).

## Satisfit Objectis.

387. Opp. 1. Improbabile eſt globos duros, puta eburneos, marmoreos &c. dum immobili obſtaculo alliduntur, in ictum comprimi: atqui reflectuntur, ergo reflexionis cauſſa non eſt a figuræ reſtitutione, neque ab elaſtica vi.

388. R. nego maj. Nullum quippe eſt ſenſibile corpus nobis notum, quantumvis durum, quod in ictu aliquam non admittat compreſſionem, quod ſequenti experimento demonſtratur. Polita incus, aut tabula marmorea ſebo, vel oleo paullulum inungatur, tum in ipſa ex variis altitudinibus, duriſſima pila eburnea, chalibea &c. demittatur, poſt ictum apparebunt in incude veſtigia deciduæ pilæ, & quidem eo ampliora, quo ex majori altitudine fuerit demiſſa. Cum porro tabulo ſupponatur plana, pila autem ſphærica, & ſphæra in puncto tangat (*Geom.* n. 140), hæc veſtigia explicari nequeunt, niſi pilam, vel incudem, vel utramque in ictu comprimi dicamus: ſed poſt ictum nulla apparet vel in planum vel in pila figuræ mutatio, ergo contingit partium reſtitutio, ergo duriſſima etiam corpora nobis nota in ictu comprimuntur; propterea ob elaſticam vim reflectuntur.

389. Inſt. Dum globus duriſſimus, puta marmoreus ſupra tenſam pellem decidit, nullam certe compreſſionem patitur; atqui reflectitur, ergo &c.

309. R. Licet in hypotheſi non comprimatur globus, comprimitur tamen pellis, quæ utpote elaſtica, ad priſtinam figuram rediens globum propellit retrorſum.

391. Inſt. Si pila marmorea ſupra elaſticum planum cadat, probabilius eſt utrumque compri-

primi, ergo post ictum utriusque partes primam recuperantes figuram oppositas, & æquales vires habent: sed ubi sunt oppositæ, & æquales vires nullus sequitur motus ( *n.* 343 ): ergo nulla habebitur reflexio, contra ac docet experientia.

392. R. Cum corpus elasticum in planum elasticum irruit, totus impetus extinguitur in utriusque compressione, uti mox demonstrabimus. Itaque post ictum corpus deciduum, utpote elasticum, habet tantummodo vim restitutivam suæ figuræ, quam habet & planum compressum: sed corpus irruens nequit ad suam figuram redire, vel quiescendo, vel ulterius descendendo, cum utrumque impediatur a partibus plani se quoque restituentibus, ergo necesse est recedat opposita ad planum directione. Tantum igitur abest, ut oppositæ plani, & globi vires restitutivæ se debeant elidere, ut potius ambæ conspirent ad reflexionem decidui globi promovendam, unde respectu globi reflectentis non sunt oppositæ; sed conspirantes.

393. Opp. 2. Constat experientia lapides magna obliquitate in fluminum aquas projectos resilire: quod & de pilis tormentariis compertum habent qui navalibus bellis interfuere: sed hic nulla contingit compressio: non in aqua, quæ compressionis est incapax ( *n.* 159 ): non in ipsis lapidibus, quorum firmitas ab aqua vinci nequit, ergo &c.

394. R. Primo aquam non excludere quamcumque compressionem, ut alibi ostendemus. Deinde lapides magna obliquitate in aquæ superficiem projecti exiguo perpendiculari impetu aquam feriunt, uti constare poterit facta resolutione obliqui impetus in parallelum aquæ & perpendicularem ( *n.* 336. ), propterea majorem aquæ resistentiam nequeunt superare, hinc remanente impetu, & motu aquæ parallelo subsiliunt, & impellente gravitate rursus decidunt, quod pluries contingere poterit, donec omnis impetus, mo-

motuſque horizontalis fuerit extinctus. Idem de tormentariis pilis dicendum est. Vel clarius explicabimus phænomenon cum P. Scarella: lapis in aquam oblique projectus anteriorum disjicit, & inferiorem columnam pressione sua reddit humiliorem: depressa inferior columna cedit lateralibus altioribus, a quibus elevata motum sursum imprimit lapidi, qui cum horizontali perdurante lapidem urget per lineam curvam, idque toties continget, quousque totus horizontalis impetus fuerit extinctus.

395. Opp. 3. Nulla est reflexio sine impetu in corpore reflectente: imo pro majore impetu major est reflexio, & minor pro minori, ergo reflexio est ab impetu. Et certe si corpus elasticum, puta follis lusorius, absque impetu comprimatur, primam quidem recuperabit figuram, non tamen reflectetur.

396. R. Impetum esse conditionem, non vero caussam reflexi motus ex eo patet, quod corpora mollia quocunque impetu in molle obstaculum irruentia minime reflectantur; tum etiam ex eo quod in ictu omnis impetus extinguatur. Nam in planum ABE (*fig.* 12) cadat globus elasticus *bb* directione IB, dum partes superiores *bb* versus puncta inferiora *cn* moveri nituntur vi impetus præexistentis, partes *cn* intropressæ ab ictu versus puncta *bb* necesse est moveantur, ergo duæ habentur in eodem corpore æquales, & oppositæ directiones, quæ propterea se perimere debent, ac consequenter omnis impetus extingui debet; non oritur ergo reflexio ab impetu præexistente. Quia tamen pro majori minorique impetus major, minorque contingit in corpore compressio, cui vis restitutiva est adæquate proportionalis (*n.* 281), idcirco reflexio est, ut impetus corporis in planum irruentis, licet ab impetu tamquam a caussa non pendeat.

397. Ideo autem follis lusorius absque impetu compressus, ablata vi comprimente, non resilit, quia ad vis comprimentis remotionem sub-

se-

sequitur immediata partium restitutio, unde cum ablata vi comprimente follis pristinam recuperaverit figuram, nulla est caussa cui resiliat. In aliis autem casibus corpori compresso impetum a vi restitutiva communicari ex eo patet, quod, si virga chalibea uno sui extremo parieti admoveatur, alteri vero applicata manu incurvetur, remota manu ad magnam distantiam virga resiliet, qui sane motus nonnisi ab elastica vi repeti potest.

398. Inst. Saltem obliqua reflexio est partim ab impetu, partim ab elastica vi, nam si globus elasticum A (*fig.* 10) cadat in planum D per diagonalem AD, compertum est ejus impetum resolvi posse in directiones AP, & AB (*n.* 366.): impetus AP plano contrarius in ictu extinguitur & restituitur ab elastica vi; impetus autem AB plano parallelus remanet; idcirco post ictum habet globus impetum DB a vi restitutiva, & DE æqualem AB, ac percurrit diagonalem DC ergo reflexio obliqua non est a sola elastica vi.

399. R. nego ant. Si enim supponamus tum globum A, tum planum, cui alliditur, esse perfecte mollia, procul dubio globus post ictum non resiliet, sed horizontaliter movebitur supra planum directione DE: impetus ergo plano parallelus, & post ictum superstes non est caussa reflexionis, sed tantum est caussa, cur reflexio fiat oblique per lineam DC: nam, si impetus plano parallelus in ictu extingueretur, reflexio foret perpendicularis per lineam DB.

400. Opp. tandem. Si corpora perfecte dura ad occursum venirent, juxta plures Mechanicos reflecti deberent servatis suis velocitatibus; at nulla in istis datur compressio ac vis restitutiva ergo &c.

401. R. Corpora perfecte dura juxta plures esse impossibilia (*n.* 382), quorum proinde collisionis leges falso laborant supposito. Deinde apud eos quibus possibilia sunt non omnino convenit an regredi deberent post ictum, an vero

quie-

quieſcere; repugnantibus pro utraque ſententia Mechanicis. Tandem, ſi regredi dicantur: cauſſa regreſſus eſt impetus, qui in ictu non extinguitur. At in elaſticis totus impetus in ictu extinguitur (*n.* 396), unde reflexionis cauſſa in iſtis eſt ſola vis elaſtica.

### *Leges reflexi motus.*

LEX I. *Corpus perfecte elaſticum in planum perfecte elaſticum perpendiculariter irruens, poſt ictum ad eam, ex qua deſcendit, altitudinem reflexo motu reſilit, ita ut reflexionis velocitas, & angulus incidentiæ velocitati, & angulo ſint æquales.*

402. Etenim corpus perfecte elaſticum poſt ictum tanta vi reſtituitur, quanta fuit compreſſum, fitque ejus reſtitutio motu contrario illi, quo facta fuit compreſſio (*n.* 381): ergo ſi ab altitudine B decidat in D (*fig.* 10), ad eandem reſiliet: cumque velocitates in motu æquabili ſint ut ſpatia (*num.* 281), erunt velocitates incidentiæ, & reflexionis æquales: item anguli erunt æquales, utpote ambo recti.

403. *Corollarium.* Si corpus fuerit imperfecte elaſticum, velocitas reflexionis tantum deficiet ab incidentiæ velocitate, quantum vis reſtitutiva vi comprimente minor erit: nempe ſi vis reſtitutiva fuerit ad vim comprimentem, ut DF ad BD, corpus ex B irruens in D, aſcendet tantummodo ad F.

LEX II. *Corpus perfecte elaſticum in planum perfecte elaſticum oblique irruens poſt ictum oblique reflectitur, ſuntque reflexionis velocitas, & angulus velocitati, & angulo incidentiæ æquales.*

404. Dum enim corpus A (*fig.* 10) perfecte elaſticum cadit in planum D directione AD, ejus impetus componitur ex vi horizontali AB, & perpendiculari AP. Vis AP plano contraria in ictu eliditur, ac tota reſtituitur ab elaſtica

vi

vi (*n.* 381) vis autem AB plano parallela post ictum superest: ergo post ictum corpus A duplici sollicitabitur vi DB, & DE, ergo percurret diagonalem DC (*n.* 360). Jam vero in duobus triangulis ADB, BDC latus BD est utrique commune: item anguli circa punctum B sunt ex utraque parte inter se æquales utpote recti, & latus AB ex constructione est æquale lateri BC, ergo etiam basis DC, sive velocitas reflexionis est æqualis basi AD; sive velocitati incidentiæ (*Geom. num.* 70). Item ex eorundem triangulorum æqualitate anguli *ec* sunt æquales, ergo his subductis a rectis angulis BDP, BDE remanent æquales anguli CDE, ADP, sive anguli reflexionis, & incidentiæ (*Geom. axiom. V*, *n.* 40).

405. *Corol.* Si corpus oblique cadens fuerit imperfecte elasticum, oblique reflectetur: velocitas tamen reflexionis, & angulus ab incidentiæ velocitate, & angulo deficient. Nam tota vis AF minime restauratur, unde si supponamus vim restitutivam esse æqualem DG (*fig.* 13), post ictum percurret corpus diagonalem DO, quæ minor est DB opposita obtuso angulo BOD (*Geom. n.* 64), sive ipsi æquali AD exprimente velocitatem incidentiæ. Item angulus reflexionis ODE est pars anguli BDE, cui æquatur angulus incidentiæ ADF, adeoque est ipso minor (*per axioma I. Geom. n.* 40).

*Lex* III. *Corpus perfecte elasticum in planum perfecte elasticum, sed tamen æqualiter motum perpendiculariter incidens reflectitur oblique, estque reflexionis velocitas major incidentiæ velocitate, angulus autem reflexionis incidentiæ angulo minor.*

406. Corpus perfecte elasticum C perpendiculariter incidat in planum D, quod æquali motu tendit in E, post ictum duplici vi sollicitabitur, nempe restitutiva DC, & parallela plani DE, ergo percurret diagonalem DB (*n.* 306); quæ

quæ utpote hypothenusa trianguli BCD est major latere CD (*Geom. n.* 67.): sive incidentiæ velocitate; angulus autem reflexionis EDB utpote acutus est minor recto incidentiæ angulo CDE (*Geom. n.* 32).

407. *Coroll* Si corpus foret imperfecte elasticum, in hac hypothesi vis restitutiva esset minor vi comprimente, puta foret DG, ergo percurreret reflectendo diagonalem DO, consequenter velocitas, & angulus reflexionis ab incidentiæ velocitate, & angulo deficerent.

*LEX IV. Si corpus perfecte elasticum oblique cadat in planum perfecte elasticum actum æquabili motu conspirante cum horizontali irruentis corporis velocitate, reflectetur oblique; eritque reflexionis velocitas major incidentiæ velocitate; angulus vero reflexionis erit minor angulo incidentiæ.*

408. Si horizontalis motus plani exprimatur linea BM (*fig.* 14), totus motus horizontalis corporis A cadentis per obliquam AD, erit post ictum ut DM; ergo percurret diagonalem DN, quæ, utpote opposita obtuso angulo X est major latere DX (*Geom. n.* 67), sive velocitate incidentiæ AD: angulus autem NDM, est pars anguli XDM, cui æquatur angulus incidentiæ ADF, adeoque est ipso minor.

409. *Corol.* Si in hypothesi corpus foret imperfecte elasticum inaut vis restitutiva exhiberetur linea DG, percurreret diagonalem DO, adeoque tum velocitas, tum angulus reflexionis ab incidentiæ velocitate, & angulo deficerent.

*LEX V. Si corpus perfecte elasticum in planum perfecte elasticum contrario horizontali motu actum oblique incidat, post ictum vario modo reflectetur, prout contrarius plani motus fuerit vel minor, vel æqualis, vel major horizontali irruentis corporis impetu.*

410. Primo: si plani contrarius horizontalis mo-

motus fuerit minor recta DM (*fig.* 15) quæ referat vim horizontalem decidui corporis A post ictum, nempe fuerit ut linea EM, jam, juxta doctrinam virium oppositarum (*n.* 344) ex motu horizontali corporis A post ictum, expresso linea DM, eliditur portio BM, ab æquali contrario plani motu EM, adeoque percurret reflectendo diagonalem DO, quæ utpote opposita angulo OAD est minor latere AD, (*Geom. n.* 65.) sive velocitate incidentiæ; angulus autem reflexionis ODB est major angulo IDB, cui æquatur angulus incidentiæ ADF.

411. Secundo, si contrarius plani motus æqualis fuerit horizontalis vi corporis incidentis, ambo elidentur, adeoque remanebit sola vis restitutiva DC, reflectetur ergo corpus perpendiculariter, eritque reflexionis velocitas minor incidentiæ velocitate, quia latus DC est minus hypothenusa AD (*Geom. n.* 67.): angulus autem reflexionis, utpote rectus, erit major acuto incidentiæ angulo.

412. Tertio, si excessus vis horizontalis, qua planum contrario motu agitur, exprimatur linea DP (*fig.* 16), elisis æqualibus contrariis viribus horizontalibus, post ictum corpus describet lineam DO, & reflexionis velocitas deficiet ab incidentiæ velocitate, angulus autem reflexionis erit major incidentiæ angulo, cum in triangulo AOD latus majus sit AD oppositum obtuso angulo O (*Geom. n.* 67), & angulus ODB reflexionis sit major incidentiæ angulo ADB (*per axioma I. Geom. n.* 40.).

413. Si vero horizontalis plani contraria vis sit dupla vi corporis horizontali BD, describet corpus reflexo motu diagonalem DA, sive eadem erit semita reflexionis, & incidentiæ, ac propterea eadem utrobique velocitas, idemque angulus. Id autem non contingit in corpore imperfecte elastico, in quo vis restitutiva minor est vi compressiva; adeoque angulus, & velocitas reflexionis erunt diversa ab incidentiæ angulo, & velocitate.

415. *Scholion. Hæ sunt præcipue leges, e quibus pendet universa reflexi motus doctrina. Advertendum tamen eas in praxi exactissime, & geometrice servari non posse, cum planorum attritus, medii resistentia, gravitas corporum, quæ colliduntur, figura, has leges nonnihil turbent, unde experimenta ad has leges, quamproxime tantummodo referri possunt.*

*Caussa, & Leges refracti motus.*

**PROPOSITIO II.** *Si corpus ab uno ad aliud medium obliquo motu deferatur, ita ut mutatio velacitatis in ipso contingat, refractionem sui motus subire necessario debet.*

415. *Probatur.* Si corpus A (*fig.* 17) cadat in aliud medium CN directione AD, ejus motus componitur ex vi AB superficiei refractivæ CN parallela, & ex vi perpendiculari AC (*n.* 366). Cum porro directio parallela parallelæ non opponatur, jam per quodcumque penetrabile medium corpus A oblique deferatur, ejus vis AB constans permanebit. At vis perpendicularis AC superficiei refractivæ contraria mutationem subibit pro varia medii densitate, cui inertiæ resistentia est proportionalis (*num.* 241): vel ergo medium CN est densius medio X, vel rarius. Si densius, velocitas perpendicularis AC imminuetur, & fiet v. g. DL, cumque remaneat vis parallela AB, sive DN, corpus A in densius medium transiens deviabit a suo tramite DI, & percurret diagonalem DF, adeoque ejus motus refringetur (*n.* 384). Si autem medium CN sit rarius medio X, jam vis perpendicularis AC in puncto D minorem resistentiam nacta liberiorem, celerioremque motum acquiret, fiet propterea major, puta DH; cumque remaneat vis parallela AB, sive DN, deflectet corpus a via DI, & refracto motu percurret diagonalem DG. Ergo ex mutatione velocitatis oritur motus refractio.

416. *Corol. I.* Ut refractio contingat, necesse

eſt corpus obliquo motu irruat in ſuperficiem refractivam. Item neceſſe eſt, ut refractiva ſuperficies, vel minuat, vel augeat celeritatem corporis irruentis.

417. *Coroll. II.* Patent duæ præcipuæ leges refracti motus. I, *Cum corpus a rariori medio in denſius tranſit, fit refractio a perpendiculari.* II, *Cum corpus a denſiori in rarius medium tranſit, fit refractio ad perpendicularem.* Nam in primo caſu angulus FDH eſt major angulo incidentiæ ADC, cui æquatur IDL (*Geom. n.* 43): in ſecundo autem caſu angulus GDH eſt minor incidentiæ angulo ADC, ergo in primo caſu fit refractio *a perpendiculari*, in ſecundo autem *ad perpendicularem* (*num.* 384). Ab hiſce legibus eſt excipienda lux, de cujus refractione alibi dicemus.

## CAPUT VIII.

### *De Corporum Colliſione.*

418. D*efinitio.* Unum corpus dicitus in aliud *directe* impingere, cum linea directionis per utriuſque centra tranſit, ut patet in corporibus AD (*fig.* 2). Si autem directionis linea per utriuſque centra non tranſeat, dicuntur *directe*, ſive *oblique* ſibi impingere.

419. *Scholion I. Quoniam motus quilibet obliquus AO* (fig. 18) *ſpectari poteſt ut compoſitus ex velocitate AB, & AM* (*n.* 366), *hinc ſi globus A directione AO impingat in O in aliud corpus actum directione IO, percuſſio utriuſque corporis reduci poteſt ad directas percuſſiones BO, IO: item ſi globus G oblique occurrat in O corpori D, utriuſque percuſſiones reducentur ad rectas HO, CO, quæ ſunt oppoſitæ: propterea regulæ pro directa corporum percuſſione etiam ad indirectam, vel obliquam referri poſſunt.*

420. *Scholion II. Corpora, quæ colliduntur, vel ſunt mollia, vel elaſtica: (de corporibus*

*enim*

*enim in naturo exiſtentibus ſermonem tantummodo habemus*). *Rurſus, vel unum in aliud quieſcens, ſed tamen mobile impingit: vel unum in aliud ſegnius motum verſus eamdem plagam incurrit: vel ambo ex oppoſitis partibus ſibi occurrunt: pro hiſce omnibus percuſſionibus leges tradit ea Mechanicæ pars, quæ* Dinamica *vocatur. Claritatis gratia ſupponuntur corpora ſphærica; licet in omnibus corporibus hæ leges locum habeant. Item non conſideratur aeris reſiſtentia, quæ tamen adeo tenuis eſt, ut etiam experimenta ad Dinamicæ leges quamproxime accedant.*

## *Leges pro Conflictu Corporum Mollium.*

LEX I. *Si Corpus molle in aliud ejuſdem naturæ quieſcens, vel in eadem directione tardius motum directe impingat, poſt ictum ambo inſtar unius movebuntur juxta percuſſionis directionem*

421. Nam ſi corpus incurrens ſit A, corpus vero quieſceus, vel ſegnius motum ſit B, nulla eſt ratio, cur corpus A, utpote molle, poſt ictum reſiliat (*n.* 385), cumque corpus B non ſit immobile, ex hypotheſi, neceſſe eſt ipſum moveri verſus illam plagam, ad quam impellitur a corpore A. Rurſus cum corpus B ratione ſuæ inertiæ opponatur velocitati corporis A, opus eſt iſtud ſubire aliquam ſuæ velocitatis mutationem. Quoniam ergo corpus B non amplius obſtat motui corporis A, ſimulac utrumque juxta eamdem directionem inſtar unius corporis moveatur, propterea ambo ſimul movebuntur juxta percutientis directionem.

422. *Coroll.* Cum vires corporum, quæ æquali velocitate moventur, ſint ut eorumdem maſſæ (*num.* 291), hinc corporis A, & B poſt ictum vires erunt inter ſe ut maſſa A ad B. Igitur ſi corpora A, & B æqualia fuerint, vires poſt ictum in utroque æquales erunt: ſi maſſa A ſit major B, vis corporis A erit major B: ſi maſſa A ſit minor B, vis corporis A erit mi-

nor B. Quia igitur vis, qua movetur corpus B post ictum, ipsi fuit communicata a corpore A, consequens fit corpus A in sibi æquale B incurrens dimidium suæ vis ipsi tribuere: corpus A in B minoris diametri impingens minus dimidio suæ vis ipsi communicare, ac tandem corpus A in corpus B majoris diametri incurrens plusquam dimidium suæ vis ipsi impertire.

LEX II. *Si duo corpora mollia inæquali impetu ex oppositis partibus sibi directe incurrant, post ictum movebitur utrumque juxta vis præpollentis directionem.*

423. Etenim in hac hypothesi perinde est, ac si corpus majoris vis cum excessu supra alterius vim, in idem quiescens impingeret, unde locum habet prima lex.

LEX III. *Si duo corpora mollia, & æqualia ex oppositis partibus æquali velocitate sibi directe incurrant; vel si duo corpora inæqualia, habentia tamen velocitates cum massis reciprocas in occursum veniant, post ictum ambo quiesceat.*

424. Siquidem momenta utriusque corporis sunt æqualia, & ex diametro opposita, ergo nequit unum alteri prævalere: cumque nulla sit ratio, cur resilire debeant; carent enim elasticitate, opus est quiescant post ictum.

425. *Corol. I.* In corporum conflictu eadem ante & post ictum perseverat motus quantitas, cum duo corpora versus eamdem partem moventur inæquali vi; aut cum unum corpus in aliud quiescens impingit. Cum vero corpora ex oppositis partibus sibi occurrunt inæquali vi destructis æqualibus viribus contrariis; eadem post ictum manet differentia motuum, quæ ante conflictum. Horum ratio est, quia ex qualitate actionis, & reactionis (*num.* 346), quantum corpus percutiens agit, tantumdem percussum reagit, unde quantum percutiens corpus ex actione de-

perdit,

perdit, tantum percussum ex reactione lucratur.

426. *Corol. II.* Statutæ leges videntur locum habere debere etiam in corporibus perfecte duris, si darentur in quibus ob defectum elasticæ vis nulla est ratio, cur post ictum regredi debeant.

**PROBLEMA.** *Datis duobus corporibus mollibus, eorumque cognita celeritate ante ictum, determinare ipsorum velocitatem post ictum.*

427. *Resolutio.* Duo corpora sint A, & B, primi maſsa vocetur M, velocitas V: alterius massa sit *m*, velocitas *u*, vel *o*, si fuerit quiescens: dico celeritatem utrique communem post ictum haberi per quotientem, qui exurgit ex quantitate motus ante conflictum divisa per summam massarum, nempe $\frac{MV+mu}{M+m}$: vel si corpus B quiescat $\frac{MV}{M+m}$. Ratio autem est, quia quantitas motus est eadem ante, & post ictum (*n.* 425): quantitas autem motus est factum ex massa in celeritatem (*n.* 289.), ergo velocitas post ictum utrique corpori communis habebitur ex quotiente, qui exurgit dividendo motus quantitatem ante ictum per maſsarum summam ex alibi indicatis (*n.* 125. Si vero utriusque corporis directiones fuerint contrariæ, & inæquales, pari formula utemur, subtrahendo minorem a majori hoc modo $\frac{MV\ mu}{M+m}$: sive excessus unius vis supra aliam divisus per maſsarum summam dabit communem post ictum velocitatem.

*Leges pro Conflictu corporum elasticorum.*

428. *Hypothesis.* In corporibus elatherio destitutis sive mollibus, dum colliduntur, mutatur figura, & partes intropremuntur, quin amplius restituantur. At in corporibus elasticis partes compressæ tanta vi restituuntur, quanta compressæ fuerant. Hinc duos motus in collisione

corporum elasticorum distinguere opus est; unum, quo partes comprimuntur, perinde ac in mollibus corporibus, quem motum Nolletus *primitivum* vocat: alterum, quo partes compressæ in pristinum statum redeunt, quem *elatherii motum*, *repercussionem* vel *reactionem* idem Physicus appellat. Si in elasticorum corporum collisione motus primitivus, sive partium intropressio spectetur, & inde orta virium destructio, perinde est, ac si corpora illa forent *mollia*. At, quia elatherii motus destructas in percussione vires reparat per restitutionem partium compressarum: hinc fit ut in corporibus perfecte elasticis omnis mutatio, quæ ex impactu contingit, dupla sit ea, quæ in iisdem contingeret, si forent mollia: nempe si unum corpus molle ex alterius impactu unum acquirat velocitatis gradum, acquireret duos, si foret perfecte elasticum: item, si unum molle corpus ex impactu duos amittat volocitatis gradus, amitteret 4, si foret perfecte elasticum. Atque hæc locum habent in corporibus perfecte elasticis: nam in imperfecte elasticis mutatio augebitur in ratione vis restitutivæ ad vim comprimentem.

LEX I. *Si corpus A perfecte elasticum in aliud B ejusdem naturæ, sed quiescens, sibique æquale directe impingat, quiescet post ictum corpus A, corpus varo B movebitur percutientis directione & celeritate.*

429. Si enim corpus A & B non forent elastica, corpus A incurrens dimidium suæ velocitatis corpori B communicaret (*n.* 422): nunc cum corpora supponantur perfecte elastica, duplo major fiet mutatio motus in utroque corpore (*n.* 428): sive tota vis corpori B communicabitur, ac tota extinguetur in corpore A, ergo corpus A quiescet post ictum, corpus vero B movebitur percutientis directione, ac celeritate. Clarius: Corpus A velocitatem habeat

beat 4., duos amittet gradus in percuſſione, qui transibunt in corpus B., jam vero partes ejusdem corporis B compreſſæ, eadem vi, qua fuerunt percuſſæ, contraria directione ſe reſtituunt (*n.* 381), ergo ex repercuſſione, ſive motu elatherii alios duos residuos gradus extinguunt in corpore A, qui in corpus B transferuntur, ergo poſt ictum quieſcet corpus A, movebitur vero corpus B acquiſitis 4 velocitatis gradibus juxta percutientis directionem.

430. *Scholion. Hanc legem experimenta confirmant. Si autem aliquando contingat corpus elaſticum in aliud ſibi æquale, ac quieſcens incurrens poſt ictum lento motu progredi, hoc ideo eſt, quia corpus incurrens ante ictum nedum progreſſivum habebat motum, ſed etiam motum rotationis, qui ſecundus, cum non communicetur corpori quieſcenti; poſt ictum perſeverans ipſum circumvolvit, donec a plani frictione fuerit penitus extinctus.*

431. *Corol. I.* Si ſphæra A elaſtica in ſibi æqualem quieſcentem B, cui tertia D ſit proxima, directe impingat, tota celeritas ſphæræ A tranſibit in B, & a B in D, unde ſola D movebitur poſt ictum tota celeritate ſphæræ A. Similiter ſi duæ ſphæræ tres æquales, ſibique contiguas percutiant, duæ ultimæ movebuntur, ac generaliter loquendo numerus earum, quæ poſt ictum moventur, erit æqualis numero impingentium.

432. *Corol. II.* Si corpus B quieſcens fuerit minus corpore A, poſt ictum utrumque movebitur in eadem directione, ſed tamen celerius ſollicitabitur corpus B. Etenim in hoc caſu corpus A minus, quam dimidium ſuæ vis communicat corpori B (*n.* 422): hinc ex repercuſſione, quæ eſt æqualis vi percutiendi, non eliditur tota vis incurrentis A; propterea poſt ictum remanet in ipſo aliquis impetus juxta ſuam priſtinam directionem. Movetur tamen majori celeritate corpus B, quia ratione elaſticitatis vis

ipsius est dupla illa, qua instar unius cum corpore A moveretur, si forent perfecte mollia (n. 428).

433. *Corol. III.* Si corpus B quiescens fuerit majus corpore A, post ictum corpus B movebitur juxta percutientis directionem, at corpus A reflectetur in contrariam partem. Nam in hoc casu corpus A plusquam dimidium suæ vis corpori B communicat (n. 420): hinc ex repercussione nedum residua vis in A tota extinguitur, sed & excessus ipsi tribuitur quo resiliat; in B vero transit totus directus impetus corporis A, quo progreditur juxta directam semitam corporis A.

LEX II. *Si corpus A perfecte elasticum in aliud sibi æquale, ac in eadem directione segnius motum incurrat, post ictum ambo movebuntur juxta incurrentis directionem, velocitatibus tamen permutatis.*

434. Nam perinde est, ac si A in B quiescens cum velocitatis excessu directe incurreret: unde totus velocitatis excessus transfertur in B: (n. 429), propterea ambo post ictum in eadem directione moventur velocitatibus permutatis.

435. *Corol.* Si corpus A fuerit majus B, utrumque post ictum in eadem directione promovebitur, celerius tamen feretur corpus B: idem enim est, ac si corpus A majus in B impingeret cum suæ velocitatis excessu (n. 434). Si vero corpus A fuerit minus B, tunc habenda est ratio massæ A ad massam B, & excessus, sive respectivæ velocitatis corporis A: ex varia enim & massarum, & respectivæ velocitatis ratione fieri potest, ut corpus A corpori B dimidium suæ vis communicet, ac consequenter corpus A post ictum quiescat (num. 429): vel plusquam dimidium suæ vis corpori B impertiat, tuncque corpus A post ictum reflectetur in contrariam partem (num. 433): vel tandem minus quam dimidium suæ vis corpori B in ictu tribuat:

buat: quo caſu corpus A moveri pergeret juxta primam directionem (*n.* 432).

LEX III. *Si duo corpora perfecte elaſtica, & æqualia ex oppoſitis partibus pari velocitate in occurſum veniant, ad contrarias partes æquali vi reſilient.*

436. Si etenim forent mollia, poſt ictum ambo quieſcerent (*n.* 424): ſed in elaſticis vis reſtitutiva eſt æqualis compreſſivæ, & ad contrarias partes dirigitur (*n.* 381), ergo poſt ictum duo illa corpora ad contrarias partes æquali vi reſilient.

437. *Corol. I.* Si corpora ſint æqualia, ſed velocitates habeant inæquales, reſilient ad contrarias partes velocitatibus permutatis: nam æquales velocitates in contrarias partes utrique communicantur (*n.* 422): exceſſus autem unius in aliud transfertur (*n.* 434).

438. *Corol. II.* Si corpora habuerint magnitudines inæquales, ſed æquales tamen velocitates, plura omnino diverſa contingere poſſunt. Nempe ſi corpus A majus cum B minori ex oppoſitis partibus æquali celeritate in occurſum veniat, B ſemper reflectetur poſt ictum, cum totam ſuam vim in ictu amiſſam recuperet, ejuſque duplam acquirat a corpore A (*n.* 428): corpus vero majus A ſiſtet poſt ictum, ſi vis directa, quam poſt ictum retinuit, ſit æqualis vi reſtitutivæ, qua ad regreſſum cogitur; proſequetur ſuum priſtinum motum, ſi vis directa ab ictu ſuperſtes fuerit major vi reſtitutiva; tandem reflectetur in contrariam partem, ſi vis directa ab ictu ſuperſtes minor fuerit vi reſtitutiva.

439. *Corol. III.* Etiam in corporum perfecte elaſticorum conflictu eadem ante, & poſt ictum perſeverat motus quantitas, ſicuti ſupra diximus de corporibus mollibus (*n.* 425): ſive utrumque corpus poſt ictum per eamdem directionem moveatur: ſive ad contrariam partem eorum

unum resiliat; in quo secundò casu eadèm apparebit etiam motus quantitas post ictum, dummodo oppositi hinc inde virium gradus subducantur.

## CAPUT IX.

### *De Gravitate, & Gravium motibus.*

440. Definitio. *Gravitatis* nomine ea vis intelligitur, qua corpore libere sibi commissa deorſum fuerunt, impedita autem urgent deorsum ea, quibus incumbunt. Hujusce vis physicam caussam, phænomena, leges, ac motus in præsenti investigamus.

### ARTICULUS I.

#### *De Physica Gravitatis Caussa.*

*Opiniones Philosophorum.*

441. *Nihil certius gravitate Corporum universali, nihil obscurius ejus physica caussa. Aristoteles, ejusque asseclæ putarunt, gravitatem esse vim quamdam realem corporibus, quæ* gravia *dicuntur, intrinsecam, a Deo in universi creatione ipsis impressam, qua fit, ut sibi relicta ad terræ centrum constanti lege ferantur. Ab his autem solo nomine differunt, qui Newtoniani attractionem esse intrinsecam materiæ proprietatem docuerunt* (n. 257).

442. *Renatus Cartesius suo inhærens systemati circa universi genesim* (*num.* 56), *corporum gravitatem ab externa fluidissimæ materiæ impulsione derivavit: nempe materia cœlestis, quæ ex primi, & secundi elementi particulis coalescit, perenni motu ab occidente in orientem circa terram revolvitur. Quia igitur corpora, quæ curvilineos orbes suo motu describunt, a centro sui motus conatur recedere* (*numer.* 37) *eo majori vi, quo majori celeritate in gyrum moventur* (*numer.* 277); *hinc particulæ materiæ cœlestis, quæ in nostro vortice sunt, cum ratione*

ratione suæ figuræ, & magnitudinis sint ad motum aptiores, majori, præ cæteris conatu, & celeritate ad extimam vorticis circumferentiam tendunt, segnioresque, & crassiores particulas in centrum propellunt; sed inertiores, ac segniores particulæ in nostro vortice existentes, sunt corpora omnia, quæ gravia vocamus: ea igitur versus terræ superficiem a mobilioribus cœlestis materiæ particulis detrudi debent: sicuti, si aqua baculo, vel digito circumagatur, heterogenea corpora aquæ innatantia, puta paleæ, ceræ, parum ad motum aptæ in centrum aquei vorticis propelluntur. Hanc hypothesim Cartesiani omnes amplexi sunt; nonnulli tamen eam paullulum immutarunt, vel duplicem fingentes fluidæ materiæ vorticem circa terram, quorum unus a polo ad polum convertatur; alter vero ab occidente in orientem secundum æquatorem supra polos convolvatur, circa mundi axem: alii vero putarunt materiam in circulos quamplures, ac per omnes partes dispositos circa terram revolvi: alii tandem cum Leibnitio subtilem materiam, quæ terram circumabit, ab illius centro per rectas lineas fugere docent, atque in recessu crassiora corpora in centrum depellere.

443. Gassendo, atque plurimis athomistis si fides habeatur, ex terra erumpunt circumquaque magnetica effluvia hamata, & uncinata, quæ ubi corpora inveniant, suis brachiolis arripiunt, inque terram adducunt.

444. Tandem Newtonus ab universali attractione corporum gravitatem oriri censuit: quid autem attractionis nomine intelligat, supra explicavimus (n. 249, & seq. Cum porro attractio omnibus conveniat corporibus, hinc non minus terra grave, puta lapidem trahit, quam lapis terram, & qua vi ruit in terram lapis, eadem vi descendenti lapidi terra fit obviam, dispari tamen velocitate: nam; quanto minor est lapis respectu telluris, tanto major esse debet lapidis velocitas præ velocitate terræ, licet ambo

*æquali ferantur vi ( n. 291 ), unde cum lapis haberi possit veluti quantitas infinite parva respectu telluris, etiam terræ velocitas erit infinite parva, sive physice nulla ( n. 292 ).*

*Censura Opinionis Aristotelicæ.*

445. Hæc sententia, & alia quæcumque similis quæ intrinsecum statuit in corporibus gravitatis principium, quæstionem physice non solvit. Dicere enim corpora gravitare, versus terram descendere, quia habent internam gravitandi, & descendendi vim, proculdubio est nihil dicere, & idem per idem explicare; qui ergo intrinsecam statuunt gravitatis originem, quæstionem non solvunt.

446. Secundo: si dicamus gravitatis vim esse materiæ intrinsecam, jam materia habebit internum motus principium, adeoque non erit iners, & ad motum, ac quietem indifferens, contra ac experimenta docent ( n. 240 ). Tandem corpora ubicumque locorum eamdem haberent gravitatem, quoties eamdem habeant massam: at certum est eadem corpora magis sub polis, minus sub æquatore gravitate, ut infra dicemus: non est ergo gravitas materiæ qualitas intrinseca.

*Censura Hypothesis Cartesianæ.*

447. Vorticum systema est pura fabula a physica proscribenda, utpote quæ meræ hypothesis limites non excedat, ac ad nullam hactenus inveniendam veritatem physicos adjuverit, quidquid cartesianorum vorticum admiratores jactitent. Deinde innumera possunt insolubilia objectari cartesianæ gravitatis caussæ. Primo quidem: gravitas foret corporum superficiebus, non autem massæ proportionalis, cum pro majori superficie corporum, major sit fluidæ materiæ columna, quæ deorsum corpora propellit. Deinde cœlestia corpora, quæ per Cartesium vorticibus innatant, ab ipsis in gyrum ducuntur, non autem protruduntur in centrum, ergo idem eveni-

eveniret in gravibus terreſtibus. Tandem ut alia omittam, totus vortex in plures circulos diviſus eſt: quidquid autem in planum unius circuli, in quod fit revolutio, per vim certifugam propellitur, ad illius circuli centrum truditur: ergo gravia, quæ in vortice ſunt, non propelluntur ad commune vorticis centrum, ſed ad centrum circuli, in quo reperiuntur, ergo non deſcendent gravia verſus terræ centrum, præterea, quæ in æquatore ſunt, ſed in centrum vertiginum ſuarum, ſive ad varia axis puncta: ſicuti ex Nolletto, ſi globus vitreus repletus aqua cui aliquid colorati liquoris olei terebinthinæ ſit permixtum, ope manubrii velociſſime gyretur axe ad horizontem parallelo, olei globuli minus ad motum apti non ad centrum globi, ſed ad varia axis puncta propelluntur, ita & de gravibus eveniret, quæ proinde extra æquatorem non recte ſed oblique ad horizontem deſcenderent contra experientiam.

448. Patet quid de aliis carteſianis opinionibus ſentiendum ſit. Nam ſive duos admiſeris vortices, ſive plures circulos ſeſe interſecantes, opus eſt plures, ac oppoſitos motus, & directiones in ætherea vorticum materia admittas, e quibus orietur quidem vorticum deſtructio, non autem gravium ad terram deſcenſus per lineam rectam. Adde, Nolleti experimenta de viribus centralibus ſatis oſtendere, corpora duplici ratione acta non dirigi ad centrum vorticis ſeu ſphæræ, ſed ad axis puncta. Tandem quæcunque fingatur ſubtilis materia gravia, quocunque ſuo motu premens, jam ipſa materia ſupponitur gravis: neque enim vel impulſu, vel preſſione unquam agere poterit, ſi gravitate foret deſtituta; hinc corporum gravitas per materiæ ſubtilis gravitatem explicatur, quod Phyſico indignum.

*Cenſura Sententiæ Gaſſendi.*

449. Probandum in primis huic philoſopho ineum-

cumbit ex universa terræ massa uncinatas, & hamatas particulas æquali copia, eademque virtute præditas omni tempore emitti. Rursus has particulas recta eousque ascendere, quosque pensilia corpora invenerint, quæ constanti lege in terram adducant; quod certe consilii, & rationis quamdam speciem præsefert. Et sane hæc ramosa effluvia, vel sunt elastica, vel perfecte dura, vel mollia. Si sunt elastica ex impactu in corpora pensilia resilient quidem (*n.* 385), non ea tamen secum adducent. Si autem vel perfecte dura, vel mollia fuerint, corpora ulterius sursum promovebunt (*n.* 421), non tamen deorsum abripient. Neque enim reponas, hæc effluvia suis brachiolis corporum poris infigi, ac postea veluti captam prædam deferre ad terram, id enim probaret primo corporum gravitatem respondere pororum numero, cum hoc aucto major esse debeat quantitas effluviorum, quæ corpus deorsum rapiunt. Deinde superest explicandum, unde hæc effluvia tantam vim habeant, ut ingens corpus, in quod incurrunt, postquam suis brachiolis velluti religaverint, ad terram debeant pertrahere; non enim dici potest id ea obtinere ratione suæ gravitatis, cum id supponat gravitatem effluviis intrinsecam, ceteris vero corporibus extrinsecam; neque ratione alicujus internæ vis, tum quia non explicabitur quid sit hic internus veluti sensus redeundi ad terram capta præda: tum quia vis hæc cum inertia effluviorum haud poterit conciliari. Ex his porro omnibus, aliisque multis, quæ magneticis Gassendi effluviis possent objectari, patet assignatam ab ipso gravitatis caussam commentitiam esse, utcumque ex ipsa gravitatis phænomena conetur derivare incertis falsisque jecturis.

*Censura Nevvtonianæ Attractionis.*

450. Si attractionem cum Nevvtono dicas cognitum effectum, cujus ignoras caussam (*n.*

250.

250.) quæro, an putes attractionis caussam esse materiæ intrinsecam, an extrinsecam. Si dixeris intrinsecam, a Peripateticis solo nomine distas, (*n.* 257.), asseris enim gravia deorsum tendere, quia ab interno materiæ principio habent ut attrahantur a terra; hoc est, qui ab interno principio habent, ut ad terram descendant; quod certe est nihil dicere, & idem per idem explicare. Si attractionis caussam dixeris materiæ extrinsecam, ea certe vel a cartesianis vorticibus, vel ab ætherea materia, vel a magneticis effluviis erit repetenda, quæ tamen omnia gravium effectibus explicandis inepta esse demonstravimus (*n.* 447. *& seqq.*). Si vero attractionem vim materiæ insitam appellaveris, vel intrinsecum materiæ attributum (*num.* 351), iterum in Scholasticorum qualitates recidis, ut perspectum est.

451. Ad hæc: attractio, unde gravitas oritur, vel est diversa ab aliis attractionibus, vel est una, eademque. Si secundum dicas, quod Bernoullio visum fuit, leges cohæsioni, attractioni tuborum capillarium, attractioni magneticæ, & gravitati communes nunquam assignabis. Si primum cum Nevvtono asseras, jam pro singulis effectibus nova statuis diversa principia, quod a naturæ simplicitate abhorret. Deinde plumula prope ingens ædificium posita minime descendet, etsi libere demissa, utpote quæ ab ædificio, cui continua est, fortius attrahi debet. Neque enim reponas terræ attractionem, quæ ejus massæ est proportionalis, attractionem ædificii superare. Si enim hoc verum, unde fit ut aquæ guttæ arborum ramis suspensæ ab attractione hæreant, telluris attractione minime obstante? Unde fit, ut per capillares tubos ascendant attracti liquores terræ attractionem superantes? Unde fit, ut magnes ferrum a terra elevet, ac telluris attractionem vincat? Certe, quæcunque sit terræ attractio, non aget in plumam nisi in ratione massæ ipsius plumæ, adeoque vi quam-

mi-

minima, alias plurima foret pene immenſæ gravitatis. Tandem vim materiæ insitam variari deberi per solam distantiæ mutationem, adeo ut sit major pro minori a terra distantia, nemo unquam intelliget.

452. *Coroll.* Vera gravitatis caussa ignota adhuc est, nisi dicere velimus cum aliquibus Philosophis eam esse ab immediata operatione Dei, vel ab ejus voluntate, quæ ad conservandum universi ordinem, ut omnia corpora in terram tenderent, sapientissime determinavit. Ita sane videtur sentiendum, quousque naturalem aliquam gravitatis caussam phænomenis omnibus parem invenire datum fuerit.

## ARTICULUS II. *De præcipuis Gravitatis phænomenis.*

453. *Definitiones.* Gravitas ducta in numerum particularum, quæ corpus componunt, dicitur *gravitas absoluta* vel *pondus*; quare pondus est summa gravitatum, quæ singulis partibus corpus efformantibus conveniunt.

454. Si gravitas in corpore spectetur relate ad volumen, vocatur gravitas *specifica*. Hinc dicuntur ejusdem *specificæ* gravitatis corpora æqui ponderantia sub pari volumine: diversæ autem *specificæ* gravitatis corpora, quæ sub æqualibus voluminibus diversum habent pondus, illudque *specifice* gravius, quod magis ponderat.

455. *Corollarium I.* Quia gravitas absoluta, seu pondus est gravitas ducta in massam (*n.* 453), jam gravitas specifica erit ut quotus gravitatis absolutæ divisæ per volumen (*ex n.* 125).

456. *Corollarium II.* Quoniam densitas corporum exprimitur quoto materiæ per volumen divisæ (*n.* 125), gravitas autem absoluta est ut materia (*n.* 453), evidens est gravitates corporum specificas quæ exprimuntur quoto gravitatis absolutæ per volumen divisæ (*n.* 455) eandem inter se rationem habere, quam habent corporum densitates: propterea, quæ de comparatis

cor-

corporum densitatibus alibi docuimus (*n.* 125 & *seq.*), etiam gravitatibus specificis aptari debent.

457. Gravitas *respectiva* est ea, qua descendit corpus parte aliqua suæ gravitatis impedita: talis est gravitas, qua lapis per aquam descendit, ubi pars aliqua ipsius gravitatis impeditur in aquæ resistensia superanda. *Absoluta* vero gravitas respectivæ opposita est illa, qua libere descendit corpus in medio non resistente.

458. *Scholion. Corporum pondera explorari solent communibus quibusdam mensuris: nempe* libra uncia &c. *quæ pro regionum diversitate variæ omnino sunt. In Italia libra romana communiter adhibetur, quæ continente uncias* 12, *libra autem major habet uncias* 16, *quælibet uncia dividitur in drachmas* 8, *drachma in scrupulos* 3, *scrupulus in grana* 20.

PHÆNOMENON I. *Corpora gravia, cujuscunque sint figuræ, magnitudinis ac ponderis, libere sibi commissa æquali velocitate descendunt in medio non resistente, eodemque tempore æquale spatium metiuntur.*

459. Celebre hoc gravitatis phænomenon ex quibusdam experimentis in pleno captis intulit Galilæus. Illud deinde clarius, ac certius probavit Nevvtonus periculis in vacuo factis: ibi enim ex eadem altitudine demissa lanæ flocculum, pluma, & auri frustum pari tempore fundum attigerunt; restituto autem recipienti aere corpora prædicta ceciderunt diversa velocitate. Hæc experimenta pluries a Musschembroekio, Gravessando, Nolleto, aliisque pari successu repetita nullum relinquunt de phænomeni veritate dubitandi locum.

460. *Corollarium I.* Ex medii resistentia tamquam a caussa repetenda est diversa velocitas, qua corpora diversæ massæ, vel voluminis descendunt in pleno. Id clarius infra explicabitur.

461. *Corollarium II.* Corporum pondera in medio non resistente directam sequuntur massarum

ratio-

opus est globi supponantur æquali celeritate prædit, quemadmodum omnes corporis cadentis particulæ æquali feruntur velocitate: at, si duo globi versus eamdem plagam pari ferantur celeritate, neuter alterum in motu adjuvat, ergo paritas nostram confirmat sententiam.

468. Inst. Ita se habent in solido partes superiores, sicuti in columna fluidi in vase hospitantis se habent particulæ superiores ad inferiores: sed particulæ fluidi superiores augent celeritates inferiorum: sunt enim celeritates particularum, quæ e vasorum foraminibus effluunt in ratione altitudinum subduplicata, ergo &c.

469. R. posse primo negari majorem: non enim comparari potest descensus fluidorum e vasis foramine cum libero solidorum casu, in fluido enim habetur ultra pressionem perpendicularem pressio lateralis, qua carent solida. Deinde celeritas in fluidis prosilientibus est in ratione subduplicata altitudinis, cum vasa manent constanter plena, fortasse quia partes fluidi exeuntis premuntur a particulis per vasis altitudinem cadentibus, adeoque suum motum accelerantibus in ratione altitudinum subduplicata, sicuti in corporibus omnibus cadentibus evenire infra demonstrabimus. Verum de motu fluidorum postea.

470. Opp. 2. Si eadem foret plumæ, & auri in vacuo descendentium velocitas, idem foret utriusque corporis ictus: sed hoc falsum, ergo &c.

471. R. nego maj. ictus enim est effectus vis vivæ, quæ nedum a celeritate, sed & massa æstimanda est (*n.* 292). Cum porro in auro sit multo major massa, quam in pluma, propterea erit in ipso major vis majorque ictus, quam in pluma, licet eadem sit utriusque velocitas.

472. Inst. Sint duo æqualia pondera, aureum unum, aqueum alterum; habentia nimirum volumina in ratione massarum reciproca, ubi ambo in vacuo descendant ex eadem altitudine, erit par in utroque velocitas: sed & æqualis

sup-

supponitur massa, ergo erit idem utriusque ictus, seu vis: atqui hoc falsum: nemo enim aureo potius, quam aqueo deciduo volumini caput supponeret, ergo &c.

473. R. In hypotesi majorem futurum ictum ab auro, quam ab aqua, quia auri materia utpote densa, & compacta contra paucas suppositi obices partes tota ageret: fluida autem massa dispergeretur cadendo in plures separatas guttas ac in diversa agens debiliorem exerceret vim.

PHÆNOMENON II. *Corpora diversi generis per idem medium resistens vi gravitatis decidentia feruntur diversa velocitate.*

474. Nam primo, si duo corpora ejusdem voluminis, sed diversæ densitatis ex eadem altitudine demittantur, illud citius descendit, quod densius est, illud vero tardius, quod rarius. Id probant experimenta in celebri Londinensi Templo D. Pauli a Joanne Teofilo Desaguletio habita coram Nevvtono, Hallejo, Jurin, aliisque pluribus: nempe ex altitudine pedum anglicanorum 272 suillas vesicas aere plenas, & alios varios globos demisit ejusdem diametri, sed diversi tamen ponderis, observavitque ponderosiores citius pavimentum attigisse. Idem ante Desagulerium Ricciolus, & Dechales deprehenderant, ut propterea hoc phænomenon certissimum physicis omnibus sit, a quibus veluti minus exacte instituta rejiciuntur tentamina D. Frenicle, qui, referente Duhamelio, observavit plumbeum, ligneumque globos ejusdem diametri ex altitudine pedum 147 demissos eodem tempore subjectum solum percussisse.

475. Secundo corpora ejusdem ponderis, sed diversi voluminis ex eadem altitudine demissa inæquali feruntur celeritate: illud nempe tardius, quod majus volumen habet, citius vero quod minus. Id certum quotidiana experientia est: citius enim per aerem defertur lamina unius

pal-

palmi simili æqui ponderanti lamina bipalmari.

476. Differentiam velocitatum, quibus duo corpora ejusdem voluminis, sed inæqualis ponderis, vel ejusdem ponderis, sed diversi voluminis in eodem medio resistente puta in aere, descendunt, sic explicant Physici. Ut corpus aliquod per medium resistens descendere possit, æquale sibi medii volumen singulis momentis propellere debet: sed hoc medii volumen mutationi resistit (*n.* 240), ergo corpus descendens aliquod pati debet velocitatis detrimentum. Si corpora cadentia fuerint ejusdem magnituditis, æquale medii volumen singulis momentis, e loco pellent, adeoque æqualem ex parte medii resistentiam patientur, ea tamen lege, ut minus retardari in motu debeat corpus ponderosius. Concipe enim duo corpora A, & B æqualis voluminis habere pondera 2 : 4, si vis gravitatis, qua corpus A deorsum urgetur in medio non resistente, fuerit 2, in altero B erit 4: decidant nunc hæc duo corpora per idem medium resistens, cujus tanta sit reactio, ut unum vis motricis gradum in utroque extinguere valeat, remanebit vis motrix in corpore A ad vim motricem in corpore B, ut 1 : 3, ergo corpus B ponderosius decidet celerius. Idem facile intelligetur de duobus corporibus ejusdem ponderis, sed diversi voluminis, cum enim pondera sunt æqualia, etiam vires gravitatis æquales sunt, sed volumina supponuntur inæqualia, ergo inæqualia ejusdem medii volumina erunt singulis momentis e loco pellenda, ergo inæquales virium gradus in corporibus cadentibus a medii reactione continuo elidentur, portio nempe major in corpore majoris molis, minor in minori, ergo ex adverso major superërit celeritas in minori corpore, minor in majori.

477. *Corollarium I.* Quo densius est medium, per quod corpora descendunt, fit major in ipsis descensus retardatio. Nam pro majori medii densitate major est ejusdem massa (*n.* 126), ac con-

consequenter resistentia (*n.* 241); ergo major fiet in corporibus deciduis virium jactura, ac major retardatio.

478. *Corollarium II.* Licet, cæteris paribus, in corporibus cadentibus per idem medium sit major celeritas pro majori pondere, non sunt tamen celeritates ut pondera, sicuti docuit Aristoteles. Nam celeritates omnium corporum cadentium ex pari altitudine sunt inter se æquales, cum in vacuo descendunt (*n.* 459), ergo cum in pleno cadunt, major quidem continget respectu levioris corporis retardatio, non tamen ejus gravitati proportionalis. Finge enim duo æqualia corpora A, & B ex eadem altitudine descendere velocitate 10, si primum sit duplo ponderosius altero, quo tempore A amittit 1 velocitatis gradum ob medii resistentiam, B amittet 2, ergo remanebunt in A velocitatis gradus 9, in B 8, ergo velocitates non erunt ut pondera. Hinc notum est ab experimentis Desagulierii duos æquales globos diversi ponderis ex eadem altitudine pedum 272 ita cecidisse, ut ponderorioris velocitas ad alterius velocitatem foret ut 3 : 1, cum tamen pondera essent ut 19 : 1.

PHÆNOMENON III. *Gravia quæcunque suo genio relicta, ubicunque locorum cadant, lineam sensibiliter rectam, atque horizonti perpendicularem suo motu describunt.*

379. Hujusce phænomeni testem habemus quotidianam experientiam, qua compertum fit corpora quæcunque libere sibi commissa, ubicunque locorum cadant, per lineam sensibiliter rectam ferri deorsum, aut in sua quiete telluris superficiei per rectam lineam incumbere.

480. *Corollarium I.* Si Terræ figura physice sphærica supponatur, corpora omnia versus telluris centrum recta tendunt. Exhibeatur enim terra circulo DSI (*fig.* 19), cujus horizon sit tangens BDC, si corpus A decidit per horizonti

ti perpendicularem AD, patet perpendicularem AD continuatam cadere in centrum T. Si vero terræ figura non sit perfecte sphærica, sed ad sphæroidem accedat (quod probabilius esse alibi demonstrabimus) non tendent utique gravia in terræ centrum, cum in solo circulo, ex cujus rotatione generatur sphæra, normales ad peripheriam in centrum concurrant: attamen si inter axim telluris, & diametrum æquatoris exigua supponatur differentia, sive sphæroide terræ figura a sphærica non multum differat, assumi poterit citra erroris periculum, physice loquendo, gravia in terræ centrum tendere.

481. *Corollarium II.* Si cadente gravi tellus in duas æquales partes dehisceret, corpus ad centrum T perveniret, cumque in descensu magnam acquisivisset velocitatem, hujus ope ex T versus I ascenderet motu uniformiter retardato: quo pacto pendulum, ubi ad infimum vibrationis punctum pervenit, ratione præconcepti impetus ad oppositam altitudinem ascendit.

## ARTICULUS III.

### *De gravitatis Legibus.*

*LEX I. Gravitas corporum est quantitati materiæ proportionalis.*

482. Nam unaquæque particula corpus componens suam habet gravitatem, quæ quidem est eadem intensive in omnibus, ac singulis, sicuti ostendit æqualis celeritas omnium corporum in vacuo cadentium (*n.* 459): igitur gravitas absoluta, sive pondus in corpore erit, ut numerus particularum gravitantium, sive ut quantitas materiæ. Hinc fit, ut in quolibet corpore aucta, vel imminuta massa augeatur, vel minuatur pondus, eademque perseveret gravitas, ubi massa sit eadem, etsi figura, aut status corporis immutetur.

483. Dices: cadaver animalis magis ponderat, quam vivum animal, etsi eadem sit massa: idem

cor-

corpus magis ponderat sub polis, quam sub æquatore, hyeme, quam æstate: corpora calcinata magis ponderant, quam antea. Tandem in globo vitreo pisis, & aqua repleto, & probe cera occluso majus pondus post octo dies fuit deprehensum.

484. R. ad 1. In cadavere cessat sanguinis motus, propterea ejus pondus fit majus relate ad potentiam sustinentem, cum fluida *respective* plus ponderent, cum quiescunt, quam cum moventur. Item in cadavere cessat respiratio, & perspiratio, per quas a vivo animali partes jugiter amittuntur. Tandem cadaver frigescit, minusque volumen occupat: at massa eadem ad minus volumen redacta magis ponderat, cum minorem patiatur suæ vis jacturam a minori aeris volumine (*n.* 476): non ergo mirum, si cadaver magis ponderet, quam vivum animal.

485. Ad 2 Gravitas minus agit pro majori a telluris centro distantia, uti mox dicemus. Cum itaque corpora sub polis minus a telluris centro distent, propterea magis ponderant. Verum de hoc alibi.

486. Ad 3. Æstate ob caloris motum plures a corporibus particulæ evaporantur: item eorum volumen augetur, propterea minor in ipsis apparere debet gravitas (*n.* 476).

487. Ad 4 in corporibus calcinatis ope ignis plures introducuntur heterogeneæ, gravesque particulæ; hinc crescit in ipsis massa, ac pondus.

488. Ad ultimum. Experimentum vocatur erroneum a Musschembroekio. Vel, si admittatur, forsitan, inquit Clariss. Auctor, pulvis ex aere delapsus, forsitan aeris humidum, pondus funis ex quo globus suspendebatur, auxit, quo expertor deceptus fuit.

LEX II. *Gravitas corporum, quæ a centro terræ diversam habent distantiam, & ultra terræ superficiem sunt posita, est in ratione reciproca quadratorum distantiæ a centro.*

489. Hanc legem demonstravit Newtonus ex

eo, quod corpus circa aliud in foco positum describens elipsim, vim habeat centripetam, quæ est in ratione inversa distantiæ a foco. Inde enim fit, ut planetæ circa Solem, & Luna circa terram describentes ellipsim vires habeant centripetas in ratione distantiarum reciproca. Quia ergo, eodem ostendente Viro Cl., vis gravitatis in terram habet eamdem rationem, quam vis centripeta Lunæ ad terram, & planetarum ad Solem, propterea etiam vis gravitatis corporum erit in ratione reciproca distantiarum a centro. De hoc argumento erit alibi disputandi locus. Nunc assignatam gravitatis legem clarius, ac brevius ostendemus.

490. Posito telluris centro A (*fig.* 20), vis gravitatis agit secundum rectas AD, AC, AB a centro ad superficiem ductas (*n.* 480), ac consequenter secundum easdem ad quodlibet spatium GFE indefinite productas. Si igitur has rectas supponamus terminatas in punctis GFE, jam vis gravitatis quæ agebat in punctis DCB, aget in punctis GFE: decrescet igitur vis gravitatis in punctis GFE in ea ratione, in qua crescit superficies EFGK præ superficie BCDH: atqui superficies circularis EFGK crescit in ratione deplicata radii AG, cum circuli sint inter se in ratione duplicata suorum radiorum (*Geom. n.* 228), ergo minuitur gravitatis vis prout crescunt distantiarum quadrata a centro, sive in ratione reciproca quadratorum distantiæ. Hoc ratiocinio quo utitur etiam Musschembroekius, licet infirmum videatur Jacquiero, probant etiam physici omnes, qualitates, quæ per sphæram propagantur, nempe lucem, calorem, odorem, sonum decrescere in ratione duplicata auctæ distantiæ a centro.

491. *Corollarium.* Cum de gravibus fit sermo non multum a terræ superficie dissitis, quorum motus experimentis subjacent, potest citra physicum errorem eorum gravitas haberi tamquam uniformis, & constans. Etenim, cum secundum

Picardi

Picardi menſuram terræ ſemidiameter ſit pedum 19615800, jam altitudo 300 circiter pedum ſupra terræ ſuperficiem, ad quod haberi poſſunt experimenta, poterit abſque phyſico errore contemni, ac propterea gravitas in varia diſtantia, ad quam pertingunt experimenta, poteſt haberi pro uniformi, & conſtanti.

LEX III. *Gravitas in diſtantia, ad quam capi poſſunt experimenta, corporum cadentium motum uniformiter accelerat.*

492. Corpora cadentia ſuum motum accelerare, res fuit antiquis etiam Philoſophis nota, apud quos inſtar axiomatis fuit: *motus in fine velocior*. Et certe cum corpora cadentia, eadem invariata maſſa, majorem ictum in ſubjectum ſolum efficiant, quo major eſt altitudo, ex qua deſcendunt, proculdubio eorum celeritatem augeri neceſſe eſt, cum vis ſit factum ex maſſa, & velocitate (*n.* 289). Hanc vero accelerationem eſſe uniformem, ideſt per ſingula deſcenſus tempuſcula æqualem, omnium primus demonſtravit Galilæus ratione ductus, & experientia. Ratione quidem; cum enim gravitas ſpectari debeat tamquam vis uniformis, & conſtans (*num* 291), proculdubio æqualibus temporibus æquales velocitatis gradus cadenti corpori communicabit; ſed hi gradus ſemel acquiſiti non extinguuntur, quouſque corpus in motu fuerit, cum ex una parte cauſſa nulla ſit eos elidens: ex alia vero conſervari debeant ab inertia corporis (*num.* 315), ergo neceſſe eſt motus gravium cadentium ſit uniformiter acceleratus (*n.* 274).

493. Idipſum confirmant experimenta. Nam ut omittam, quæ refert idem Galilæus, peracta in plano inclinato, quæ opportunius infra in medium adducam, P. Riciolius demiſſo globo cretaceo ponderis 8 unciarum ex Bononienſi Aſinellorum turri alta pedes romanos 280, obſervavit primo minuto ſecundo percurriſſe pedes 15, ſequenti pedes 45, tertio 75, quarto 105,

quæ spatia nonnisi per uniformem accelerationem describi poterant, ut infra clarius patebit. Pari successu tentamina fuere repetita in Academia Londinensi, & Parisiensi, tum a Gravesando, Nolleto, de Chales, aliisque expertoribus. Nullus ergo relinquitur dubitandi locus de uniformi gravium cadentium acceleratione.

494. *Corol.* I. Quoniam prædicta experimenta in pleno capta fuere, ubi aliqua semper habetur medii resistentia, dubitandum non est hanc uniformem motus accelerationem multo futurum exactiorem si in vacuo corpora descenderent.

495. *Corol.* II. Si grave juxta perpendicularem lineam sursum projiciatur, erit ejus motus *uniformiter retardatus*. Cum enim moveatur contra gravitatis directionem (*n.* 440): sitque gravitas vis constans, & uniformis (*n.* 491); jam singulis momentis contingent æqualia verticalis impetus decrementa, adeoque ascensus uniformiter retardabitur: quod & experimenta confirmant.

*Satisfit Objectis.*

496. Opp. 1. Compertum est ab experimentis Florentinorum (*esperienze intorno ai Projetti*) pilas a sclopetis perpendiculariter deorsum in ferream laminam explosas in eadem profundiores efficere cavitates, quo minor est scopleti ab obice distantia; sed contrarium eveniret, si gravia descendentia suum motum accelerarent, ergo &c. Secundo: si duo æquales globi eadem nitrati pulveris copia ejiciantur, unus quidem deorsum contra pavimentum, alter sursum contra laqueare, major deprehenduntur ictus in laqueari, quam in pavimento: oppositum autem contigeret, si gravium cadentium motus acceleraretur, & retardaretur ascendentium, ergo &c. Tandem observante Mersenno in sua Balistica sagitta, quæ in ascensu tria impendit minuta secunda, 5 insumit in descensu per idem spatium.

497. R.

497. R. ad 1. In pila deorsum perpendiculariter expulsa duplicem haberi impetum cospirantem, alium nempe a gravitate acceptum, alterum a nitrato pulvere ipsi communicatum. Primus augetur in descensu )*n.* 492), alter vero, utpote determinatus, nec crescens, ab aeris resistentia continuo eliditur, ac tandem extinguitur. Itaque, cum pila in minori a sclopeto distantia utrumque habeat impetum, majorem exercebit vim contra obstacula, quam in magna distantia, in qua secundus impetus vel imminutus fuit, vel penitus extinctus.

498. Inst. Etsi in allato experimento cesset impetus a nitrato pulvere pilæ communicatus, vis tamen gravitatis pilæ motum continuo accelerat, ergo in multa distantia ingens foret pilæ vis.

499. R. gravium cadentium accelerationem in pleno suos habere limites: nisi enim hoc foret, pluviæ guttæ plantas teneriores, ac segetes semper prosternerent. Itaque gravium cadentium celeritates crescunt in ratione directa temporum, ut infra probabitur, resistentiæ autem in ratione temporum duplicata, hincque fit, ut magis aucta resistentia, motus ad æquabilem reducatur, præcipue si corpora cadentia fuerint exiguæ gravitatis, aut magnæ superficiei, quod pluribus etiam experimentis confirmavit Frenicle, referente Duhamelio: non debet ergo expulsa pila suum motum indesinenter accelerare, adeout parem vi nitrari pulveris impetum cadendo acquirat.

500. Ad 2. Cum pila sursum projicitur, ratione suæ gravitatis manet diutius applicata accenso pulveri, quam cum deorsum exploditur; hinc majorem acquiret vim dum contra laqueare extruditur, quam cum deorsum ejicitur.

501. Vis etiam, qua sagitta sursum emittitur, est major, quam vis gravitatis: non enim ipsam superaret, nisi foret major, unde non mirum si celerius ascendat, quam descendat per idem spatium.

502. Opp. 2. Nequeunt celeritatis gradus a gravitate cadenti corpori impressi semper in ipso conservari, nam celeritas est quid transiens. Deinde: celeritas insumitur in percurrendo spatio. Tertio: extinguitur a medii resistentia. Tandem, si conservaretur, motus prodiret, saltem in vacuo, infinite velox a finita gravitate productus, quod absurdum.

503. R. ad 1. Celeritas est quid transiens *in actu secundo* accepta, sive pro actuali mobilis translatione, non autem sumpta *in actu primo*, scilicet pro vi, qua mobile est instructum ad datum spatium dato tempore percurrendum.

504. Ad 2. Celeritas est intrinsecus corporis status, qui mutari nequit, nisi ab aliqua contraria vi (*n.* 315). Cum porro in spatio vacuo nulla fingi possit extrinseca vis celeritati contraria, hinc extingui celeritas nequit; ubi autem medium sit resistens, tunc utique celeritas paulatim imminuitur, motusque ad æquabilem reducitur (*n.* 490).

505. Ad ultimum patet responsio ex alibi dictis (*n.* 323).

## ARTICULUS IV.

### *De Gravium Motibus.*

506. Gravium motus fieri potest per lineam perpendicularem; vel per lineam horizonti obliquam, vel per lineam curvam, sive circularem, sive parabolicam. De hisce omnibus disputandum.

### §. I.

#### *De Gravium motu perpendiculari.*

PROPOSITIO I. *In motu uniformiter accelerato, vel retardato celeritatum incrementa, vel decrementa directam sequuntur temporum rationem.*

507. *Probatur.* Recta AG (*fig.* 21) tempus exhibeat, quo corpus motu accelerato descendit, di-

dividatur in minimas æquales partes AB, BD, DH, HG. Ad linem AG ordinetur normalis BC exprimens velocitatem exiguo tempore AB a mobili acquiſitam, conjunctaque AC ad partes EI indefinite producta ordinetur DE, HL, GI, ac demittantur normales CF, ER, LS, manifeſtum eſt fore DA : AB : : DE : BC, & HL : DE : HA : DA, ſicque de cæteris, adeout ratio ordinatarum æqualis ſit rationi abſciſſarum, ob triangulorum ſimilitudinem (*Geom. n.* 218); ſed abſciſſæ ex hypotheſi exprimunt tempora, & ordinatæ velocitates, quod ſecundum ita demonſtro: ponamus ex A per tempus A E corpus decidens acquirere velocitatem BC, ac progredi deinde æquali tempuſculo BD priſtino motu abſque acceleratione, jam elapſo tempuſculo BD ſervabit velocitatem BC = DF: atqui tempuſculo BD a conſtanti gravitatis impulſu perinde ſollicitatur, ac tempuſculo AB, nec nova iſta ſollicitatio tollit primæ ſollicitationis effectum, cum ambæ conſpirent, ergo corpus elapſo tempore AD habebit aliam velocitatem DF = BC, quam primo tempuſculo acquiſivit: ſed DF = FE, cum ſint triangula BAC, FCE ſimiliter æqualia (*Geom. n.* 70), ergo tota DE exprimit velocitatem toto tempore AD acquiſitam, quod quidem & de alia quacumque ordinata ſimiliter oſtendi poteſt. Generaliter ergo ordinatæ exprimunt velocitates, abſciſſæ autem tempora, ergo cum eadem ſit ratio ordinatarum, & abſciſſarum, jam velocitatum incrementa erunt in ratione temporum directa. Quæ tota demonſtratio, cum motui uniformiter retardato applicari poſſit, ordine inverſo figuram conſiderando, patet veritas totius propoſitionis.

PROPOSITIO II. *Corpus libere deſcendens ſola vi gravitatis variis temporibus ſpatia percurrit, quæ a motus initio computata duplicatam ſequuntur temporum rationem.*

508. *Probatur.* Si corpus caderet motu æquabili,

bili, spatia descripta tempusculis AB, BD, DH, HG exprimi deberent per summam rectangulorum BO, DN, HM, GP (*n.* 279), quorum singula exhiberent spatia singulis temporibus percursa motu quidem uniformiter accelerato, si ponamus AO = GN = EM = LP: acceleratione per intervalla temporis facta: nempe post tempus AB acceleratione CN, post tempus DB acceleratione EM, post tempus DH acceleratione LP. At si concipiamus (quod in gravium libero lapsu contingit) tempuscula AB, BD, DH, HG esse infinite parva, & incrementa celeritatum CN, EM, LP singulis tempusculis acquisita esse infinita parva, motus continuo accelerabitur, ductaque recta AI rectangula BO, DN, HM, GP, utpote minima, dabunt triangulum AIG æquale omnibus hisce rectangulis infinite parvis simul sumptis, quod exprimet spatium toto tempore AG confectum, ergo etiam triangulum ABC dabit spatium primo tempusculo AB emensum: triangulum ADE spatium toto tempore AD peragratum; sed triangula ista, utpote similia, sunt inter se in ratione duplicata laterum homologorum AB, AD (*Geom. n.* 226), quæ exprimunt tempora, ergo spatia motu uniformiter accelerato descripta, & computata a puncto A, sive a motus initio, sequuntur duplicatam temporum rationem.

509. *Corol. I.* Quoniam velocitates sunt in eadem ratione, in qua sunt tempora (*n.* 507), erunt spatia descripta ab initio motus computata in duplicatam velocitatum rationem.

510. *Corol. II.* Tempora, & celeritas in motu uniformiter accelerato subduplicatam sequuntur spatiorum rationem.

511. *Corol. III.* Spatium, quod corpus libere descendens vi gravitatis finito tempore describit, dimidium est illius, quod eodem tempore peragraret si celeritate ultimo acquisita æquabiliter ab initio moveretur. Nam triangulum AIG exhibet quantitatem spatii a corpore percursi.

curſi motu æquabiliter accelerato tempore AG (*n.* 508), ergo rectangulum AGIK quantitatem designat spatii, quod eodem tempore AG percurret corpus idem constanti celeritate GI; sed triangulum AGI dimidium est rectanguli AGIK (*Geom. n.* 96), ergo spatium, quod corpus libere descendens vi gravitatis finito tempore describit, dimidium est illius, quod eodem tempore peragraret, si celeritate ultimo acquisita ab initio æquabiliter moveretur.

512 *Corol. IV.* Spatia, quæ temporibus æqualibus percurruntur a gravi libere cadente, creſcunt secundum progreſſionem numerorum imparium 1, 3, 7, 9, 11, &c. Nam triangulum ABC spatium exprimit tempore AB confectum (*n.* 508), & trapetium BCDE spatium descriptum tempore BD: sed trapetium BCDE est triplum trianguli, ABC, ut manifestum est, ergo duobus temporibus æqualibus AB, BD creſcunt spatia ut numeri 1, 3. Similiter trapetium DLEH est quintuplum trianguli ABC, ergo tertio tempore spatia creſcunt ut 5. Similiter de aliis temporibus ostendam.

513. *Corol. V.* Cum in motu uniformiter retardato celeritatum decrementa sequantur temporum rationem (*n.* 507), jam si triangulum AGI exhibeat quantitatem spatii percurſi a corpore decidente motu æquabiliter accelerato per tempus AG (*nu.* 508.), idem triangulum AGI spatium dabit confectum a corpore ascendente per tempus GA motu uniformiter retardato. Hinc facile erit ex dictis ostendere I, spatia, quæ percurrit corpus grave surſum ascendens ab initio usque ad finem motus computata, ea proportione descreſcere, qua tum temporum, tum celeritatum quadrata minuuntur. II, tum tempora, tum velocitates, quibus corpus grave surſum ascendit, minui in ratione spatiorum subduplicata. III, si corpus surſum projectum ea velocitate, quam primo momento acquiſivit, æquabiliter ascenderet, confectum spatium du-

plum ejus, quod motu retardato describit. IV, spatia, quæ temporibus æqualibus ab ascendente gravi corpore percurruntur decrescere secundum numeros impares ordine retrogrado puta, 11, 9, 7, 5, 3, 1.

514. Quæ hactenus docuimus, physica ratio, & experimenta confirmant. Ratio quidem: nam ex quo gravitas sit uniformis, & constans, singulis momentis singulos velocitatis gradus corpori descendenti communicabit. Si ergo ope gradus velocitatis primo tempore acquisiti grave determinatum spatium percurrit, cum hic gradus secundo tempore perseveret; hujus ope duplum spatium peragrabit (*n.* 511), cum velocitas jam acquisita sit majoris energiæ illa quæ interim acquiritur; sed eodem secundo tempore novum acquirit velocitatis gradum, ergo spatium primi omnino triplum percurret, duplum nempe ob velocitatis gradum primo tempore acceptum, & alterum spatium, ob gradum, quem secundo tempore sensim acquirit. Elapso secundo tempore habebit corpus duos integros velocitatis gradus, quorum ope describit spatium prioris quadruplum, sed interim tertium accipit celeritatis gradum, ergo tertio tempore spatium absolvet prioris omnino quintuplum, sicque deinceps; unde patent incrementa spatiorum per numeros impares.

515. Idipsum suadent experimenta, quorum plura referunt Galilæus, Newtonus, Musschembroekius, Nolletus, & alii Cl. Viri. Revocetur in memoriam periculum Riccioli supra relatum (*num.* 593), in quo spatia ab initio motus computata fuerunt 15, 60, 135, 240, tempora autem 1'', 2'', 3'', 4''. Si porro sumantur quadrata temporum, apparebit eadem proportio ac spatiorum, nam 1 : 4 = 15 : 60, & 1 : 9 = 15 : 135, & 1 : 16 = 15 : 240. Similiter, cum spatia seorsim sumpta fuerint 15, 45, 75, 105, patet in omnibus experientiæ conformis Galilæi theoria.

Au-

*Audiuntur Adversarii.*

516. Opp. 1 P. Lana (T. 1 *Magistr. Nat. & Art. Tract.* 3, *lib.* 1). Hæc Galilæi theoria, si physice spectetur, apparebit falsa; etenim si geometrice loquamur, velocitates singulis tempusculis acquisitæ sunt quidem infinitesimæ, adeoque spatiola exprimi potuerunt triangulis, quorum ordinatæ basibus parallelæ exprimant crescentes velocitates (*n.* 507): at si physise loquamur, incrementa velocitatum non sunt infinitesima, adeoque spatia exprimi debent per rectangula, quæ crescant, ut numeri simplices 1, 2, 3, 4, 5 &c.

517. R. Cum gravitas spectari debeat veluti potentia corporibus continuo applicata, ac uniformis, & constans, proculdubio velocitatem corpori tribuere debet per gradus in continua serie crescentes, propterea, etiam physice loquendo, spatia haberi possunt tamquam triangula (*n.* 508.): si enim novæ velocitates finitæ per intervalla temporum corpori imprimerentur a gravitate, sicuti contingere deberet, si spatia veluti rectangula haberentur (*n.* 507), jam per saltus fieret gravium cadentium, acceleratio, & gravitas tempusculis inter novos velocitatis gradus intermediis foret iners, quod repugnat vi constanti, uniformi, ac continuo applicatæ corpori.

518. Opp. 2 idem Vir Cl. ostendere nitens spatia crescere juxta numerorum simplicium progressionem. Si corpus ex data altitudine cadat 32 minutis quartis, ac primum spatium dicatur 1, erunt in Galilæi sententia spatia tali tempore emensa 1024; cum 32 × 32 = 1024; in opinione autem Adversarii erunt 528, quæ est additio numerorum, 1 + 2 + 3 + 4 &c. usque ad 32. Nunc, ut res ad praxim reducatur, ipsa 32 minuta quarta fiant sensibilia, nempe in 8 æquales partes tribuantur; spatium percursum prima temporis parte erit 10, quæ est additio

numerorum 1 † 2 † 3 † 4. Igitur spatium post octo illas æquales partes, nempe post minuta quarta 32 erit 64 ⋈ 10 = 640: sed hic numerus magis accedit ad 528, quæ sunt spatia percurrenda in sententia P. Lanæ, quam ad 1024, quæ sunt spatia Galilæana tali tempore absolvenda, ergo crescunt spatia juxta numeros simplices.

519. R. hoc argumentum aperta contradictione laborare; nam dum, assumptis 4 minutis quartis, quæ octavam totius temporis partem constituunt, ait Adversarius spatium illo tempore describendum esse 1 † 2 † 3 † 4 = 10, ac consequenter spatium percurrendum totali tempore esse 8, 8, 10, sive ut quadratum temporis totalis 8 ductum in spatium primis minutis percursum, nempe 20, jam tamquam certum assumit spatia esse ut temporum quadrata, quod tamen falsum esse ipse probare nititur. En itaque quomodo ex Galilæi systemate sophisma solvatur: spatium prima temporis parte, hoc est primis 4 minutis quartis descriptum est æquale 16, unde spatium elapsis 8 temporis partibus exprimendum erit 64 ⋈ 16: atqui 64 ⋈ 16 = 1024, ergo spatium totale percurrendum illud plane est, quod exigit ratio temporum duplicata.

520. Opp. 3 idem P. Lana experimenta P. de Chales, qui corpus ex insigni altitudine demissum observavit æqualibus temporibus, idest semiminutis secundis confecisse pedes 4 $\frac{1}{4}$, 16 $\frac{1}{2}$, 36, 60, 90, 123: sed hæc spatia Galilæanæ propositioni non respondent, ergo &c. Similiter ex Duhamelio viri quidam doctissimi experti sunt globum plumbeum intra semiminutum secundum conficere pedes 4 $\frac{1}{4}$, intra minutum pedes 16, intra sesquiminutum pedes 36, intra duo secunda pedes 62, intra duo secunda cum dimidio pedes 93, cum tamen in Galilæi sententia debuissent pedes esse 4 $\frac{1}{4}$, 17, 38, 68, 106, ergo &c.

521. R. primo Galilæanam theoriam rigoroſe, & geometrice obſervari a corporibus, reſpectu quorum nulla ſit medii reſiſtentia. Cæterum etiam a cadentibus per aerem eam ſervari ſaltem phyſice, & ad ſenſum, idque per aliquod notabile intervallum oſtenderunt Ricciolius, & alii (*n.* 515). Neque obſtant de Chales oppoſita tentamina; ea enim inſtituta fuere in globis exigui ponderis, & maximi voluminis, quorum reſpectu propterea fuit ſenſibilis aeris reſiſtentia. Ipſo fatente P. Lana quidam globi erant plumbei, ponderis minimi, nempe granorum 25 $\frac{3}{4}$: alii erant ex gallis quercus habentes grana 46 ponderis; quare ex iſtorum multo volumine, minimoque pondere non mirum ſi aeris reſiſtentia evaſerit ſenſibilis, ac Galilæi theoriam perturbaverit.

522. Ad alterum. Ut jam ſupra diximus (*n.* 499), motus corporum per aerem cadentium tandem reducitur ad æquabilem; unde, non mirum, ſi in objecto experimento ſpatia paullulum defecerint a Galilæana accelaratione, deficiebant enim ut 16 a 17, 36 a 38, 62 a 68, 92 a 106, qui defectus cum pro majori tempore ſenſim creverit, evidens eſt id tribuendum reſiſtentiæ aeris, quæ pro majori percurſo ſpatio ſenſibilior fieri debet (*n.* 499).

523. Opp. 4. Spatia in motu æquabili percurſa ſunt ut tempora (*n.* 281), ergo etiam in motu accelerato. Pr. conſeq. ideo in motu æquabili ſpatia ſunt ut tempora, quia celeritates ſunt æquales: ſed etiam in motu accelerato poſſunt velocitates phyſice haberi pro æquallibus, ſi ſumantur tempuſcula infinite parva; quibus creſcunt celeritates per gradus infinite parvos, adeoque phyſice nullos (*n.* 162), ergo &c. Et ſane ſpatia ſunt effectus velocitatis; ergo ſunt ut ipſæ velocitates: ſed velocitates ſunt ut tempora (*n.* 507), ergo in eadem temporum ſimplici ratione erunt ſpatia.

524. R. Licet celeritates in motu variabili

cre-

creſcant per gradus infinite parvos ( *n.* 517 ), adeoque ſeorſim ſumptæ poſſint phyſice pro æqualibus haberi, ac conſequenter pro æqualibus percurſa ſpatiola, hæc tamen inſimul unita, prout ſenſibile ſpatium conficiunt, dabunt aream triangularem (*num.* 508), unde ſpatium finitum erit ad ſpatium finitum ut triangulum ad triangulum; ac conſequenter in ratione laterum homologorum duplicata, ſive ut quadrata temporum (*n.* 508).

525. Ad 2. Spatia percurſa nedum ſunt effectus velocitatis acquiſitæ temporibus præcedentibus, ſed etiam velocitatis, quæ ſucceſſive acquiritur, dum ſpatium percurritur, adeoque eſſe debent ut temporum quadrata ( *n.* 514 ).

526. Inſt. Velocitates ſunt in ratione temporum, ergo etiam ſpatia.

527. R. nego conſ. Spatia enim ſunt effectus velocitatis ſimul & temporis ( *n.* 279 ): quia ergo in motu accelerato celeritatum incrementa ſunt ut tempora (*n.* 507), propterea ſpatia erunt in ratione duplicata velocitatum, vel temporum, cum ſtante æqualitate inter tempus, & velocitates idem ſit ducere tempus in ſeipſum, ac in velocitatem, & viciſſim.

## §. II.
## *De Motu Gravium Obliquo.*

528. *Definitio.* Superficies plana AB (*fig.* 22) ad horizontem inclinata vocatur *planum inclinatum*. Linea AB obliquum efformans angulum ABC cum linea horizontali BC *plani longitudo*, angulus ABC *angulus inclinationis*, vel *elevationis*: recta AC perpendicularis ad horizontalem CB *plani altitudo* a mechanicis appellatur.

529. *Animadv.* Quæ de corporum per plana inclinata deſcenſu docent Mechanici, nullum ſupponunt in deſcendente corpore impedimentum vel ex aeris reſiſtentia, vel ex frictione in contactu corporis cum plano.

PRO-

PROPOSITIO I. *Gravitas reſpectiva corporis per planum inclinatum deſcendentis eſt ad gravitatem ejuſdem abſolutam ut altitudo plani ad ejuſdem longitudinem*.

530. *Probatur*. Si globus A in puncto A libere ſibi committeretur, deſcenderet in planum horizontale CB per lineam perpendicularem AC, propterea perpendicularis AC referet gravitatem abſolutam corporis A. Nunc ducatur ex puncto C recta CH normalis ad AB, reſolvetur vis AC in duas AH, CH (*n*. 366), quarum poſtrema CH premit planum, atque ab ejus reactione extinguitur (*num*. 346) Igitur dum corpus deſcendit per planum AB, ſollicitatur ad motum a ſola vi AH: ſed propter triangula ſimilia AHC, ACB eſt AH: AC: = AC: AB (*Geom*. *n*. 218), ergo gravitas reſpectiva per lineam AH expreſſa eſt ad gravitatem abſolutam AC, quemadmodum altitudo plani AC, ad ejus longitudinem AB, quod, & de quovis alio plani puncto ſimiliter oſtendi poteſt.

531. *Coroll*. I. Si ab angulo verticali A tamquam centro ad intervallum AB deſcribatur circulus, erit altitudo AC ſinus anguli inclinationis ABC (*Geom*. *num*. 125). Si igitur reſpectiva gravitas in quovis plani puncto eſt ab abſolutam ut altitudo plani ad longitudinem, erit ſubſtituendo, reſpectiva gravitas ad abſolutam; ut ſinus anguli inclinationis ad radium, ſive ad ſinum totum.

532. *Corol*. II. Gravitas reſpectiva eſt proportionalis angulo inclinationis, cum hoc creſcente vel decreſcente creſcat, vel decreſcat ſinus. Propterea in plano verticali, ubi inclinatio eſt maxima, ideſt perpendicularis; gravitas reſpectiva in abſolutam degenerat; in plano horizontali, in quo nulla eſt inclinatio, gravitas reſpectiva eſt nulla.

PRO-

PROPOSITIO II. *Grave per planum inclinatum descendit motu uniformiter accelerato.*

533. Id experimentis demonstravit Galilæus, qui in tabula lignea duos circiter cubitos longa excavavit canalem uno digito paullo latiorem, eumque agglutinata membrana intus expolivit: per canalem uno, duobus, & pluribus cubitis successive ex uno extremo elevatum pilam æneam demisit, ac tempora, quibus pila per canalem inclinatum descendebat, accurate dimetiens; repetitis pluries experimentis invenit spatia esse ut temporum quadrata, adeoque motum pilæ accelerati uniformiter. Ratio etiam experimenta confirmat: nam gravitas respectiva est ad absolutam ut altitudo plani ad longitudinem (*num.* 530): adeoque gravitas respectiva ad absolutam est in ratione constanti: sed absoluta non mutatur, ergo etiam respectiva erit constans sive constanter, & uniformiter grave ad descensum sollicitat, & consequenter ejus motum uniformiter accelerat (*num.* 514).

534. *Corol.* Ubi corpus per planum inclinatum descendit, ea omnia locum habent, quæ de libero gravium descensu præcedenti §. docuimus, nempe spatia descripta sunt in ratione duplicata temporum, vel velocitatum (*n.* 508, 509) spatia crescunt in progressione numerorum ab unitate imparium (*num.* 510): spatium a gravi per planum inclinatum descendente percursum est dimidium illius, quod eodem tempore describeret si celeritate ultimo acquisita descensus initio æquabiliter moveretur (*n.* 511).

PROPOSITIO III. *Celeritas corporis per planum inclinatum descendentis est ad celeritatem, quam pari tempore acquiret per plani altitudinem demissum, ut altitudo plani ad longitudinem.*

535. *Probatur.* Dum corpus per plani longitudinem descendit, ejus velocitatis elementa sunt ef-

effectus gravitatis reſpectivæ: dum vero deſcendit per plani altitudinem, ſunt effectus gravitatis abſolutæ, ergo cum pari tempore ex hypotheſi producantur, erunt celeritates ut vires acceleratrices, ſive ut gravitates, adeoque celeritas per plani longitudinem ad celeritatem per plani altitudinem erit, ut reſpectiva gravitas ad abſolutam, ſive ut altitudo plani ad longitudinem (530.).

536. I. *Corol.* Quo major eſt plani altitudo, ea major erit celeritas gravis per planum cadentis, eoque minor, quo minor fuerit altitudo.

537. *Corol.* II. Motus corporis per planum inclinatum eſt tardior motu libero per plani altitudinem, cum altitudo ſit ſemper minor longitudine.

538. *Corol. III.* Celeritates acquiſitæ ab eodem corpore per plani altitudinem, & longitudinem, postquam ad loca CB in eadem horizontali linea conſtituta pervenerit, ſunt inter ſe æquales. Nam per longitudinem deſcendens eam acquirit velocitatem quam per altitudinem demiſſum acquiret (*n.* 535), diverſo tamen tempore (*n.* 537).

PROPOSITIO IV. *Spatium a gravi per plani inclinatum deſcendente deſcriptum eſt ad illud, quod idem corpus pari tempore in altitudine conficeret, ut plani altitudo ad longitudinem.*

539. *Probatur.* Si corpus A celeritate ultimo acquiſita per plani longitudinem motu æquabili deſcenderet, percurreret ſpatium duplum ejus, quod revera deſcribit (*n.* 534). Similiter ſi idem corpus per plani altitudinem motu æquabili deſcenderet celeritate ultimo acquiſita, conficeret ſpatium duplum ejus, quod motu accelerato deſcribit (*n.* 511): forent autem hæc duo ſpatia motu æqualili confecta inter ſe comparata ut ipſæ celeritates (*n.* 282), ſeu ut altitudo plani ad longitudinem (*n.* 535) ∴ ſed quantitates dimidiæ

midiæ sunt inter se ut earum duplæ (*Geom. n.* 199), ergo spatium a gravi per planum inclinatum descendente descriptum est ad illud, quod pari tempore per altitudinem demissum conficeret, ut plani altitudo ad longitudinem.

540. *Corol. I.* Si cadente corpore per planum inclinatum usque ad punctum H scire quis vellet quodnam spatium pari tempore confecisset per plani altitudinem deciduum, ex puncto H erecta normali indefinita occurrente altitudini in C, erit AC quæsitum spatium: nam velocitates pari tempore in plani altitudine, & longitudine acquisitæ sunt ut AB: AC (*n.* 535): sed ob triangulorum similitudinem AB: AC = AC: AH, ergo AC, AH sunt spatia, quæ pari tempore describeret corpus in plani altitudine, & longitudine.

541. *Corol. II.* Si diameter AB (*fig.* 23) fuerit perpendicularis ad horizontalem LM, atque ab ejus extremitate A ducantur chordæ AD, AE, AF, AC, hæ chordæ percurruntur a gravi eodem tempore, quo per diametrum AB descenderet. Cum enim anguli D, E, F, C utpote in semicirculo existentes sint recti (*Geom. n.* 153) omnes lineæ BD, BE, BF, BC sunt perpendiculares ad plana inclinata AD, AE, AF, AC (*Geom. n.* 31), igitur portiones AD, AE, AF, AC eodem tempore percurruntur, quo grave per altitudinem AB descenderet (*num.* 540).

PROPOSITIO V. *Tempus, quo grave descendit per planum inclinatum, est ad tempus, quo per altitudinem libere demissum descenderet, ut longitudo plani ad altitudinem.*

542. *Probatur.* Tempus descensus per plani longitudinem est æquale tempori, quo corpus totam longitudinem motu æquabili conficeret dimidia celeritate ultimo acquisita (*n.* 534): item tempus descensus per altitudinem æquatur tempori, quo totam altitudinem motu uniformi pera-

vagraret dimidia celeritate ultimo acquiſita ( *n.* 531 ): ſed hæ celeritates dimidiæ ſunt æquales inter ſe ( *n.* 538 ), ergo tempora erunt ut ſpatia ( *n.* 281 ): ſive ut longitudo plani ad altitudinem.

## §. III.

### *De motu gravium circulari in pendulis.*

543. *Definitiones.* Curva *iſochrona* eſt linea, per quam deſcendens grave æqualibus temporibus æqualiter accedit ad horizontem, adeoque deſcendit abſque ulla acceleratione.

544. Grave quodlibet ab aliquo puncto ſuſpenſum, circa quod aſcenſus, & deſcenſus reciprocus poteſt continuare, dicitur *pendulum*, & quidem *ſimplex*, ſi unico conſtet pondere inſtar puncti conſiderato, & appenſo lineæ inflexili, cujus gravitas nulla ſit, dicetur autem *compoſitum*, ſi pluribus conſtet ponderibus eandem diſtantiam tum inter ſe, tum a puncto ſuſpenſionis conſtanter ſervantibus.

545. Punctum circa quod rotatur pendulum, dicitur *punctum*, vel *centrum ſuſpenſionis*. Atcenſus, & deſcenſus penduli *vibrationes*, vel *oſcillationes* appellatur. Recta linea per centrum ſuſpenſionis ducta parallela lineæ horizontali apparenti vocatur *axis oſcillationis*.

PROPOSITIO I. *Si pendulum ſimplex SP* (*fig.* 24) *attollatur in A, atque ex A ſibi relinquatur, deſcenderet ad punctum infimum P, unde aſcendet in R per arcum æqualem, inde rurſus deſcendet in P, & ex P aſcendet in A, ſicque reciprocas oſcillationes continuabit.*

546. *Probatur.* Nam ſi pendulo ducatur linea horizontalis HI, & RA ipſi parallela, & adducatur pondus P in A, ibique ſibi relinquatur, evidens eſt ipſum deſcenſurum in P motu accelerato veluti per planum inclinatum AP ( *num.* 533 ), cum gravitas ipſum deorſum urgeat, atque a filo retineatur, ne cadat perpendiculariter

ter in I. Cum autem pervenerit in P, habet velocitatem, quam per altitudinem AI demissum acquisivisset (*n.* 538), cumque ibi retineatur a filo, ne excurrat per tangentem PH, ascendet in R veluti per planum inclinatum PR motu uniformiter retardato: sicque reciproci ascensus, ac descensus intelliguntur per arcus æquales, ubi nullum ex aeris esistentia, & frictione in centro suspensionis impedimentum occurrat.

547. *Coroll.* Quoniam arcus RP, & PA, quos pendulum descendendo, & ascendendo conficit, æquales sunt, etiam tempora ascensus, & descensus erunt inter se æqualia, unde sunt vibrationes penduli *isochronæ*, seu *æquidiurnæ*.

PROPOSITIO II. *Ejusdem penduli vibrationes exiguæ in arcubus circularibus etsi inæquales, sunt tamen physice, & sensibiliter æquidiuturnæ.*

548. *Probatur.* Cum exigui circuli arcus a chordis vix differant, jam si pendulum C (fig. 25 decidat modo ab altitudine A, modo ab altitudine B, idem est, physice loquendo, ac si describeret chordas, AC, BC: sed chordæ omnes, etsi inæquales, ejusdem circuli pari tempore percurruntur (*n.* 541), ergo inæquales ejusdem penduli vibrationes per exiguos circuli arcus sunt æquidiuturnæ.

549. *Scholion. Quoniam oscillationes ejusdem penduli per arcus circulares excurrentis, etsi inæquales, sunt quidem physice, & sensibiliter æquidiuturnæ, non sunt tamen geometrice tales; hinc ex magno oscillationum geometrice inæqualium numero oritur in horologiis oscillatoriis sensibilis variatio. Quomodo autem penduli oscillationes ad geometricam æqualitatem reduci possint, docuit Hugenius; nempe si pendulum simplex CD* (fig. 26.) *conficiat vibrationes suas inter duas laminas chalibeas AC, BC, ad centrum motus C conjunctas, ita inflexas, ut constituant binas semicycloides, quarum apex, sive diametri*

cir-

*circulorum generantium ſint æquales; tum inter ſe, tum dimidiæ oſcillantis penduli longitudini, tunc filum ex puncto ſuſpenſum, dum verſus alterutram partem ad gravitate ponderis D impellitur, ob continuam ad utramque laminam applicationem impeditur a motu per arcus circulares, & grave ipſi appenſum excurrit per arcus cycloidales DA, DB; ſive per integram cycloidem, cujus axis adæquat dimidiam penduli longitudinem. Jam vero oſtendunt Geometræ cum eodem Hugenio ſingulas cycloidis partes ſive arcus, utcunque inæquales, a gravi deſcendente pari tempore exactiſſime percurri; hinc horologia pendulo cycloidali inſtructa dabunt oſcillationes geometrice æquidiuturnas, ac conſequenter præferri debent aliis circulari pendulo motis.*

PROPOSITIO III. *Tempora oſcillationum duorum pendulorum in ſimiles arcus excurrentium ſunt inter ſe in ratione ſubduplicata longitudinum ipſorum pendulorum.*

550. *Probatur.* Cum ſimiles ſuperficies curvæ, ac ſimiliter poſitæ ex innumeris planis infinite parvis, proportionalibus, ac ſimiliter inclinatis componantur, jam tempus quo grave deſcendit per DA (*fig.* 27) eſt ad tempus quo aliud grave deſcendit per GF in ratione ſubduplicata DA ad GF (*n.* 534): ſed arcus ſimiles ſunt, ut circulorum radii (*Geom. n.* 227), ergo tempus per arcum DA eſt ad tempus per arcum GF in ratione ſubduplicata longitudinum CA, EF.

551. *Corollarium I.* Longitudines pendulornm quæ in ſimiles arcus excurrunt, ſunt inter ſe in ratione temporum duplicata.

552. *Corollarium II.* In horologiis oſcillatoriis cum retardant, lens attollenda eſt, ut fiat brevius, ac conſequenter celerius pendulum. Cum vero horologia accelerant, lens deprimitur ob contrariam rationem.

PRO-

PROPOSITIO IV. *In pendulis ejusdem longitudinis tempora oscillationum æqualium, sive per arcus æquales, sunt inverse ut pendulorum gravitates*.

553. *Probatur*. Si assumantur arcus infinite parvi tempora sunt inverse ut celeritates pendulorum (*n.* 281): sive inverse, ut gravitates accelerantes (*n.* 295): ergo etiam tempora, quibus hi arcus infinite parvi simul sumpti, sive arcus sensibiles percurruntur, erunt inverse ut pendulorum gravitates.

554 *Corollarium I.* Si duo pendula inæqualium longitudinum in oscillationum tempore magis differant, quam exigant eorum longitudinis (*n.* 550), id, cæteris paribus, diversæ pendulorum gravitati tribui debet.

555. *Corollarium II.* Cum Richerius anno 1672 observasset idem pendulum citius oscillare in locis polaribus, quam in æquinoctialibus, optime intulit corpora magis ponderare sub polis, quam sub æquatore. Verum de hoc alibi.

## §. IV.

### *De motu gravium projectorum parabolico*,

556. *Definitiones*. Gravium projectio dicitur *perpendicularis*, *horizontalis*, vel *obliqua*, prout linea, juxta quam grave impellitur, fuerit horizonti perpendicularis, parallela, vel obliqua.

557. Angulus, quem efficit directio projectionis cum horizonte, dicitur angulus *elevationis* sive *directionis*.

558. Curva quam cadendo describit grave horizontaliter, vel oblique projectum *semita projecti*, vel *curva projectionis*, vel *trajectoria* nuncupatur, cujus *amplitudo* est recta omnium maxima, quæ ipsi possunt subtendi: sive recta ducta a puncto projectionis ad locum, in quo corpus cadit.

559. *Hypothesis*. Corpus perpendiculariter projectum ascendit, ac descendit perpendiculariter. Cum

Cum enim ex hypotheſi directio aſcenſus ſit perpendicularis, & directio deſcenſus, utpote a gravitate quæ agit perpendiculariter (*n.* 479), ſit perpendicularis, proculdubio tum aſcenſus, tum deſcenſus fieri debet per lineam perpendicularem (*n.* 341).

PROPOSITIO I. *Corpus grave ſive horizontaliter, ſive oblique projectum motu ſuo parabolam ſcribit.*

560. *Probatur.* Corpus A (*fig.* 28) impellatur juxta lineam horizonti parallelam AD. Perpendicularis AR exprimat vim, ac directionem gravitatis. Evidens eſt, ex alibi dictis (*n.* 370), corpus motu compoſito fore primo tempore in M, ſecundo in N. tertio in S, adeoque integro motu percurrere totam curvam AS: ſed curva AS eſt ſemiparabola, cum quadrata ordinatarum PM, 3 N, RS ſint ut abſciſſæ correſpondentes AP, A 3, AR (*n.* 507), quod ſoli parabolæ convenit (*Geom. n.* 293) ergo grave horizontaliter projectum, cum deſcendit; lineam parabolicam percurrit. Simili modo oſtendam ſemiparabolam percurſam iri, cum corpus projicitur per obliquam AD (*fig.* 29 30), & integram parabolam, cum projicitur per lineam AD (*fig.* 31).

561. *Scholion. Vera hæc forent in rigore geometrico, ſi lineæ directionis gravitatis forent exacte parallelæ, quod tamen falſum eſt, cum ad telluris centrum convergant* (*n.* 480.). *Item ſi gravitas in diverſis a telluris centro diſtantiis foret geometrice conſtans, & uniformis, quod pariter a vero abludit* (*n.* 489), *ac tandem, ſi nulla eſſet aeris reſiſtentia, quæ æqualitatem ſpatiorum AO, OC, CD perturbat. Verum hæc omnia, phyſice loquendo, contemni poſſunt, hinc experientia ad hujuſce propoſitionis veritatem accedit.*

562. *Corollarium I.* Si corpus a motore, qui interim æquabili motu horizontaliter transfer-

tur, sursum verticaliter projiciatur, vel deorsum libere relinquatur, puta ab R (*fig.* 28) projiciatur in A, vel ab A demittatur in R, dum interim projiciens æquabili motu fertur in S, vel in D, corpus habebit duplicem vim, nempe perpendicularem a gravitate, & horizontalem a motu projicientis, quarum prima est uniformiter retardata, vel accelerata, altera est æquabilis, adeoque curvam parabolicam describit (*n.* 560).

563. *Corol. II.* Patet ratio, cur pila e tormento bellico verticaliter explosa, dum interim tormentum cum navi horizontaliter movetur, recidat circa tormenti orificium; adeoque descendendo lineam parabolicam describet oculo in litore existenti manifeste conspicuam. Similiter, cur pila a summitate mali libere demissa, dum interim navis citissime movetur, ad mali extremitatem cadendo pertingat per curvam parabolicam.

PROBLEMA I. *Data obliqua projectione maximam describendæ a projecto parabolæ altitunem determinare.*

564. *Resolutio.* Si ex puncto A (*fig.* 31) in horizonte AC oblique projiciatur corpus directione AD, cadat autem projectum in horizontis punctum C; a puncto C erigatur perpendicularis occurrens lineæ directionis in puncto D: tum ipsa horizontalis AC bifariam dividatur in B, ubi erigatur normalis BE: dimidium hujusce normalis, nempe portio BF dabit maximam altitudinem parabolæ describendæ a corpore projecto secundum directionum AD. Eternim corpus A motu æquabili ascenderet in E, nisi foret a gravitate retardatum, quo tempore ob gravitatis retardationem ascendit in F: atqui spatium motu æquabili percursum est duplum ejus, quod pari tempore percurritur motu retardato (*num.* 513), ergo altitudo EB est dupla altitudine

BF,

BF, ergo dimidium altitudinis BE dabit maximam parabolæ altitudinem.

565. *Corollarium.* Recta DC est quadrupla maximæ altitudinis parabolæ. Nam propter parallelas EB, DC in triangulis similibus DAC, EAB est AB : AC = BE : DC (*Geom. n.* 219): sed ex constructione est AB = $\frac{1}{2}$ AC: ergo etiam BE = $\frac{1}{2}$ DC, adeoque BF = $\frac{1}{2}$ BE erit = $\frac{1}{4}$ DC, unde DC erit quadrupla maxime altitudniis parabolæ.

PROBLEMA II. *Data obliqua projectione maximam describendæ a projecto parabolæ amplitudinem determinare.*

566. *Resolutio.* Sit AG altitudo, ex qua libere demissum corpus A acquireret velocitatem, quam habet, dum projicitur per AD: diametro ipsius AG describatur semicirculus GIA, qui secabit puncto I lineam projectionis AD: per sectionis punctum I ducatur recta HF parallela horizontali AB; recta HI erit quarta pars amplitudinis parabolæ, & pars HA diametri GA dabit maximam parabolæ sublimitatem. Nam BE est dupla, & CD est quadrupla altitudinis FB (*n.* 564, 565): sunt autem parallelæ tres lineæ DC, EB, GA: item sunt parallelæ rectæ LOE, HIF, & AB, hinc AHFB est parallelogrammum, cujus latus HF est æquale lateri AB, & latus HA æquale lateri FB. Porro demonstravimus supra (*num.* 565), esse CD : EB = AC : AB, adeoque CD : $\frac{1}{2}$ BE = AC : $\frac{1}{2}$ AB. Cum igitur $\frac{1}{2}$ EB, sive FB sit æqualis HA, & $\frac{1}{2}$ AB sit æqualis $\frac{1}{2}$ HF, consequenter erit CD : FB = CD : HA, & AC : $\frac{1}{2}$ AB = AC : $\frac{1}{2}$ HF: sed CD est quadrupla FB (*num.* 565), ergo erit etiam quadrupla HA. Item AG ex constructione est quadrupla $\frac{1}{2}$ AB, ergo erit quadrupla $\frac{1}{2}$ HF: est autem $\frac{1}{2}$ HF = HI, cum in duobus triangulis AIH, FIE æquiangulis ob angulos ad verticem in I oppositos æquales (*Geom. n.* 42), & angulos H, F rectos, & æqualia la-

tera AH, EF, reliqua ſint æqualia (*Geom. n.* 70), ergo demonſtratum manet rectam HI exprimere quartam partem amplitudinis parabolæ, & partem HA exhibere maximam parabolæ ſublimitatem.

567. *Corollarium*. Omnium projectionum, quæ ſub eodem impetu fieri poſſunt, maxima eſt ea, quæ fit ad angulum DAC ſemirectum, ſeu graduum 45, ita ut punctum I cadat in medio arcus GOIA (*Geom. num.* 59, 65), quia tunc HI facta LO eſt maxima omnium ordinatarum ſemicirculis (*Geom. num.* 233), unde AC quadrupla ipſius HI eſt maxima omnium ſubtenſarum parabolæ.

568. *Scholion*. *In corporum jactu quatuor conſiderat Ars balliſtica:* I, directionem, *quam determinat ex angulo inclinationis DAC*. II, impetum, *ſive velocitatem*, *qua globus egredietur e loco A*. III, altitudinem *maximam parabolæ, quam dat portio axis FB* (*n.* 564). IV, amplitudinem *parabolæ*, *ſive ſubtenſam AC*. *Hinc ejus problemata eo tendunt*, *ut ex his* 4 *duobus datis reliqua inveniat*, *quorum ſolutio trigonometriæ peritiam exigit*.

## ARTICULUS IV.

### *De centro gravitatis*, *ubi de gravium lapſu & quiete*.

569. *Definitiones*. *Centrum magnitudinis* corporis eſt punctum, in quo dividitur volumen in duas omnino æquales partes.

570. *Centrum gravitatis* eſt punctum in quo dividitur volumen in duas partes æquiponderantes.

571. *Corollarium* I. In corporibus homogeneis, ac regularibus centrum gravitatis non differt a centro magnitudinis. At ſi heterogenea fuerint, vel irregularia, centrum magnitudinis diverſum erit a centro gravitatis.

572. *Corol.* II. Mechanicis licet ſupponere totam gravitatem corporis in ejus centro veluti

eſſe adunatam, & conjunctam, adeoque pro toto gravi corpore ſolum centrum gravitatis conſiderare, quo quieſcente, vel moto corpus quieſcat, vel moveatur.

573. *Diameter gravitatis* dicitur linea tranſiens per centrum gravitatis. *Planum* vero *gravitatis* eſt planum, quod per diametrum gravitatis tranſit: ſive, in quo ſitum eſt centrum gravitatis.

574 Cum duo corpora rectæ lineæ ſuſpenſa æquilibrium ſervant, punctum ſuſpenſionis vocatur illorum corporum *commune centrum gravitatis*.

## PROBLEMA I. *In quovis corpore mechanice determinare centrum gravitatis.*

575. *Reſolutio.* Corpus quodcumque HI (*fig.* 32) aciei priſmatis triangulis FG imponatur, atque moveatur, donec pars GI æquilibrium efformet cum parte HK, tum in ſuperficie corporis, ſignetur linea KL ſecundum priſmatis aciem: ac convertatur corpus, donec ſecundum longitudinem priſmatis aciei inſiſtens quieſcat, & notetur linea MN, quæ priſmatis aciei congruat, communis harum linearum interſectio O dabit centrum gravitatis.

## PROBLEMA II. *Determinare in duobus corporibus commune gravitatis centrum.*

576. *Reſolutio.* Inveniatur utriuſque pondus, tum longitudo lineæ cui ſuſpenduntur. Commune gravitatis centrum in linea erit punctum in diſtantia reciproca ponderum: nempe ſi pondus A 4 librarum, pondus B duarum appendatur extremitatibus lineæ 6 pedes longæ, commune gravitatis centrum diſtabit a pondere A 2 pedes, & 4 a pondere B; nam circa hoc punctum duo illa corpora quieſcunt in æquilibrio, ut infra demonſtrabitur.

PROPOSITO. *Si linea directionis a centro gravitatis alicujus corporis ducta extra ejus basim cadat, necesse est corpus labatur.*

577. *Probatur.* Centrum gravitatis est punctum, in quo coacta concipitur tota gravitatis vis (*n.* 572): vis autem gravitatis, ubi nihil obsit, tendit per rectam lineam in terræ centrum (*n.* 480): sed ubi linea directionis GM (*fig.* 33) ducta a centro gravitatis G cadit extra basim in puncto M, nihil obstet vi gravitatis, ejusque descensui, ergo movebitur versus terræ centrum, adeoque descendet corpus, quousque resistentiam inveniat, sive cadet.

578. *Scholion. Nedum ruit corpus, dum directionis linea extra basim cadit, sed etiam cum ex centro gravitatis duci potest versus tellurem linea recta plano cui corpus insistit parallela: sic per planum inclinatum revolvitur corpus sphæricum, quia directionis linea extra basim cadit, descendit vero corpus planum radendo; quia linea directionis est plano parallela, nullumque offendit descensui impedimentum.*

579. *Corol.* I. Pro majori basi firmius consistet corpus: nam pro majori basi difficilius linea directionis cadit extra perimetrum baseos, sive major vis requiritur, ut directionis linea extra basim cadit.

580. *Corol. II.* Patet modus construendi ædificia inclinata, quæ tamen firma consistant veluti turris Pisana alta pedes 148, & inclinata pedes 15: & bononiensis alta pedes 50, inclinata autem pedes 6, nempe si ita extruantur, ut linea directionis intra basim cadit.

581. *Corol. III.* Cum centrum gravitatis in homine sit infra umbilicum inter nates, & pubim, hinc linea directionis, quando homo erectus utroque pede insistit pavimento, cadit intra basim, sive intra spatium calcaneis interjectum, propterea homo erectus firmiter pavimento insistit; at si unus elevetur pes, alter baseos,

ſeos vicem gerit, unde linea directionis extra baſim cadente homo uno pedi inſiſtens rueret, niſi ex oppoſito latere corpus incurvaret, ut linea directionis intra baſim unius pedis cadat. Propterea etiam homo per declivia deſcendens inclinat corpus retrorſum: antrórſum vero cum aſcendit; ac majorem patitur difficultatem, quam cum ambulat in planitie. Bajuli quoque onera geſtantes humeris, & homines a tergo gibboſi caput, pectuſque inclinant: item qui obeſiorem habent ventrem repellunt caput in oppoſitam partem. In quibus, aliorumque etiam animalium vel quadrupedium, vel bipedium motibus admirari licet conditoris ſapientiam, qui mechanicarum legum obſervantiam naturali animantium inſtinctui impreſſit.

## CAPUT X.

### *De artificiali per Machinas gravium motu.*

582. D*efinitiones*. Quæ Mechanicæ pars agit de gravium ſolidorum æquilibrio, ac madhinas tradit pro corporum motibus arte obtinendis *Statica* vocatur.

583. Duo corpora dicuntur eſſe in *æquilibrio*; quando ejuſdem virgæ, quæ circa unum immobile punctum revolvi poteſt, extremitatibus ita appenſa ſunt, ut alterum deprimi nequeat, nec alterum elevari.

584. Virga inflexilis, cujus extremis pondera æquilibranda appenduntur *jugum*, vel etiam *vectis*, appellatur: punctum, circa quod vectis moveri poteſt, dicitur *centrum motus*, vel aliis nominibus *punctum ſuſpenſionis*, *fulcrum*, *hypomoclium*.

585. *Machina* eſt inſtrumentum, quo mediante pondus minori vi, vel tempore poteſt moveri. Machina alia eſt *ſimplex*; alia *compoſita*, quæ nempe ex pluribus ſimplicibus tamquam partibus coaleſcit.

586. *Scholion*, *Machinæ ſimplices ſunt octo*, *nempe* Vectis, Libra, Axis in Peritrochio, Tro-

chlea, Cochlea, Planum inclinatum, Cuneus, & Rotæ dentatæ. Machinarum compositarum *nullus est numerus, cum simplices machinæ, infinitis modis possint uniri ad unam compositam efformandam.*

587. *Potentia* est vis machinæ, applicata, sive ut corpus moveat, sive ut ipsum sustineat. Potentia, vel est *animata*, ut homo, & animal brutum, vel *inanimata*, ut aer, aqua, ignis, gravitas, elater.

588. *Resistentia* est id, quod ope machinæ vel movetur, vel sustentatur.

PROPOSITIO. *Si eidem inflexili virgæ duo appendatur pondera, obtinebunt celeritates in ratione directa distantiarum a centro motus.*

589. *Probatur.* Sit virga inflexibilis AB (*fig.* 34), cujus extremis appensa sint duo utcumque pondera A, & B, evidens est non posse pondus B deorsum moveri per arcum BD; quin eodem tempore corpus A sursum elevetur per arcum AC: erit igitur velocitas corporis B ad velocitatem corporis A, ut arcus BD, ad arcum AC (*n.* 281); sed arcus BD, & AC sunt similes, ob æquales angulos ad verticem oppositos AFC, DEB (*Geom. n.* 42, 208): arcus autem similes sunt inter se ut radii (*Geom. num.* 288), seu ut distantiæ BF, AF, a centro motus F, ergo celeritates mobilium B, & A erunt intes se in ratione directa distantiarum a centro motus F.

590. *Corollarium* I. Cum corpora eidem jugo appensa moveri nequeant, quin celeritates acquirant distantiis a centro respondentes, hinc, cum in æquilibrio quiescunt, eorum celeritates initiales (*n.* 287) erunt in ratione directa distantiarum a centro motus.

591. *Corol.* II. Quoniam momenta duorum corporum, quæ celeritates habeant cum massis reciprocas, sunt inter se æqualia (*n.* 291): sunt autem celeritates duorum corporum eidem jugo ap-

appenſorum in ratione directa diſtantiarum a fulcro ( *n.* 589. ), erunt conſequenter duorum corporum eidem jugo appenſorum momenta æqualia, ſi diſtantias habuerint a fulcro in ratione ponderum reciproca.

592. *Corol.* III. Quia duo corpora eidem jugo appenſa ſunt in æquilibrio, cum momenta habent æqualia ( *n.* 583 ), propterea duo corpora eidem jugo appenſa quieſcent in æquilibrio, ſi diſtantias habuerint a fulcro in ratione ponderum reciproca, quo caſu ſunt hinc inde æqualia momenta (*n.* 591 ).

593. *Corol. IV.* In vecte AB potentia minor præponderabit reſiſtentiæ majori cum diſtantia potentiæ minoris ab hypomoclio eſt major diſtantia reſiſtentiæ ab eodem fulcro, quam exigat reciproca.

594. *Corol. V.* Patet modus cognoſcendi num æquilibrium, vel præponderatio habeatur inter æqualia pondera, & æquales diſtantias a fulcro: inter æqualia pondera, & inæquales diſtantias: inter æquales diſtantias, & inæqualia pondera: inter inæquales diſtantias, & pondera inæqualia.

595. *Scholion. Has regulas, quæ ſunt totius ſtaticæ fundamentum praxis aliquantulum turbat, tum ob aeris reſiſtentiam, de qua ſupra* ( n. 476 ): *tum ob attritum, & frictionem in machinis. Etenim omnium corporum ſuperficies, etſi ad ſenſum lævigatiſſimæ, microſcopii tamen beneficio inſpectæ innumeris cavitatibus, & prominentiis apparent interruptæ* ( n. 118 ), *unde fit, ut cum unum corpus alteri ſuperimponitur, partes unius prominentes in alterius cavitates, & poros inſerantur, & viciſſim: neque moveri ſubinde illa poſſint, quin unius aſperitates ab alterius civitatibus expediantur, ac alterius prominentias vel frangant, vel inflectant, vel aſcendant, ex qua lucta & frictione retardatio motus oriri neceſſario debet. Variarum frictionum quantitatem definire tentarunt Phyſici, ſed irrito*

*hactenus labore*. *Nihilominus generalia quædam aſſignarunt hac de re principia rationi, & experientiæ valde conſona*. *Ac primo quidem, ſi corpus plano imponatur, augetur, frictionis quantitas pro aucto ipſius pondere, hoc enim aucto fit, ut partes prominentes & altius, & plures in plani cavitate intrudantur, & conſequenter creſcat etiam frictionis quantitas*. *Hac quoque de cauſa fit augeri frictionem pro majori ſuperficie, quæ planum tangit, unde fit, ut ceteris paribus, minor ſit frictio in globo, quam in cubo ſupra planum tranſlato: & ingentes trabes ſupra cylindros impoſitæ facilius moveantur, quam ſi ſupra pavimentum, aut terræ ſuperficiem trahantur*. *Secundo creſcit frictionis quantitas pro majori velocitate corporis ſupra planum tranſlati, majus enim eodem tempore percurrit ſpatium* (n. 282), *ideoque numero plures patitur frictiones*. *Tertio: in homogeneis corporibus, quorum prominentiæ, & cavitates magis congruant, ſunt majores frictiones, quam in heterogeneis*. *Aliud occurrit in machinis Staticæ impedimentum ex parte funium, quibus pondera trahuntur, videlicet ex eorum gravitate, & rigiditate, qua viribus trahentis potentiæ reſiſtent, de quibus impedimentis legendi Muſſchembroekius* (Elem. Phyſ. cap. 9), *Wolphius* (Elem. Mechan. cap. 14, & 17); *ac inter ceteros Leonardus Ximenius: qui hanc mechanicæ partem accuratiſſime digeſſit* (Teoria, e Pratica delle reſiſtenze dei ſolidi nei loro attriti).

*De Vecte*.

596. *Definitiones*. *Vectis*, italice *Leva*, eſt linea rigida gravitatis expers, & circa punctum fixum mobilis, qua mediante potentia pondus elevat, vel ſuſtinet.

597. Si fulcrum C (*fig.* 35) jacet inter pondus D, & potentiam P, vectis dicitur *heterodromus*, vel etiam vectis *primi generis*. Si vero pondus ſit inter potentiam, & fulcrum (*fig.* 36), vocabitur vectis *homodromus*, vel vectis *ſecundi gene-*

*generis*: tandem si potentia jacet inter pondus, & fulcrum (*fig.* 37), dicetur etiam vectis *homodromus*, vel *tertii generis*.

PROPOSITIO. *In vecte heterodromo pondus manet cum potentia in æquilibrio, quoties distantiæ utriusque ab hypomoclio ſunt reciprocé, ut pondus ad potentiam.*

598. *Corollarium.* Nam potentia, & pondus ſunt in æquilibrio, cum utriusque momenta ſunt æqualia; ſed quoties potentia, ac pondus distantias habent ab hypomoclio reciprocas, habent momenta æqualia (*n.* 591), ergo manebunt in æquilibrio.

599. *Corol. I.* In vecte homodromo, ſive ſecundi generis ſtat æquilibrium potentiam inter, ac pondus, cum distantia potentiæ P (*fig.* 36) ab hypomoclio C eſt ad distantiam ponderis D ab eodem hypomoclio, ut pondus ad potentiam: idem enim eſt, ac ſi distantia PC eſſet a ſiniſtris hypomoclii, unde eſt eadem ratio, ac vectis heterodromi (*n.* 598).

600. *Corol. II.* In utroque deſcripto Vecte, prout augetur potentiæ ab hypomoclio diſtantia, augetur etiam ejus velocitas ſupra ponderis velocitatem: hinc minima vis ope utriusque machinæ poteſt ingens pondus elevare (*n.* 593).

601. *Corol. III.* In Vecte tertii generis (*fig.* 37) habebitur æquilibrium, cum potentia eſt ad pondus, ut diſtantia DC ad diſtantiam PC, hinc potentia debet ſemper eſſe major pondere, ut ipſum in hac machina ſuſtentet. Quare hæc machina potentiæ vires non adjuvat, ſed tantummodo auget ponderis celeritatem.

602. *Scholion I. Quæ de vecte hactenus docuimus 4 ſupponunt. I, vectem eſſe gravitatis expertem: ſi enim ſenſibilem gravitatem habeat, debet hæc computari pro potentia, cum deprimitur, ac pondus attollit: vicissim pro pondere, cum deprimitur, ac potentiam elevat. II, pondus elevandum non eſſe nimis longum: nam ſi foret*

pondus RDE (fig. 38), ex ejus centro gravitatis D demittenda est perpendicularis DF, atque ab hac desumenda est distantia ponderis a fulcro C: eritque distantia ponderis CR, & EF; distantia autem potentiæ BC, & RE: sunt enim veluti duo vectes BCR, & longitudo ponderis RE, cujus fulcrum est in E, gravitas in F, ac potentia applicata in R; hinc ad habendum æquilibrium in primo vecte opus est sit B: D = CR: BD; & in secundo sit B: D = FE: RE; & consequenter pro obtinendo æquilibrio in totali vecte necesse est sit B: D = CR ⋊ EF: BC ⋊ RD. III, pondus elevandum esse unum, nam si pondera sint plura, distantia ipsorum a fulcro desumenda erit a recta demissa ab ipsorum communi centro gravitatis (n. 574). IV, potentiam agere secundum lineam vecti perpendicularem, dato enim vecte AB, (fig. 39), si potentia agat juxta obliquas directiones BD, aut BL, evidens est ipsam potentiam nedum movere pondus A, sed ulterius niti, ut punctum B versus C accedat, dum agit directione BL, uti manifestum fieret, si vectis foret flexilis, unde potentiæ vis tota non impenditur contra pondus, sed pars contra vectem, quæ in motu ponderis computari nequit. In hoc igitur casu ab hypomoclio C demittantur perpendiculares CD in ipsas directiones, quantum opus fuerit, productas, & hæ perpendiculares dabunt distantias potentiæ; siquidem confectis parallelogrammis CE, CG evidens est vires agentes contra fulcrum esse BE, BG, sive ipsi æquales CD, aliæ enim portiones DE, DG, utpote vecti parallelæ in trahendo vecte impenduntur.

603. *Scholion II.* Vecti in humanos usus infiniti pene emolumenti est. Nam ad vectem heterodromum spectant forfices GDF (fig. 40) ex duobus constructæ vectibus, quorum fulcrum est in D. Similiter dicas de forcipibus ED (fig. 41), ac de malleo CA (fig. 42), cujus fulcrum est in D. Hinc pro majori in hisce instrumentis

bra-

*brachiorum longitudine creſcit potentiæ diſtantia a fulcro, ac conſequenter major fit in potentia vis ſupra reſiſtentiam* (n. 600), *quæ etiam augebitur pro majori ſcindendi corporis aut evellendi clavi ad fulcrum vicinia. Eſt etiam vectis heterodromus machina, qua utuntur Olitores ad hauriendam e puteo aquam, dicta ad Ariſtotele* Ciconia, *ab Italis autem* Altaleno: *nam vectis eſt palus QO* (fig. 43), *hypomoclion* B, *pondus Q, potentia* R, *quæ etſi incommodum aliquod ſentiat a pondere Q, dum ſcitulam in puteum demittit (minimum tamen ad diſtantiam BO, majorem BQ) multum juvatur a pondere, cum ſcitulam attollit.*

604. *Ad vectem homodromum ſpectat vis remorum in navibus promovendis; nam aqua, cui remi palmula innititur, vices gerit fulcri, navis rationem habet reſiſtentiæ, vis remigis potentia cenſetur. Similiter ventorum vis contra navium carbaſa, cum ſit fulcrum ima navis pars, cui malus infigitur, navis ſit pondus movendum, potentia vero vis venti impellens vela. Tandem cum duo homines idem pondus baculo geſtant, homodromum vectem exhibet; unus enim eorum vices gerit hypomodii, alter potentiæ, propterea majus ſentit incommodum, qui ponderi eſt vicinior, ac fulcri vicem gerit.*

605. Dices contra expoſitam vectium doctrinam. Si facto æquilibrio inter duo magna corpora eidem jugo appenſa, uni eorum aliquid exigui ponderis addatur, adhuc remanet æquilibrium, licet non amplius perſeveret reſpectu ponderum ratio reciproca diſtantiarum a fulcro. Secundo: ſi eidem juge appendantur duo heterogenea corpora, quæ idem pondus habeant, ſed diverſum volumen, puta corpus aureum, ac ligneum, ſintque in æqualibus a fulcro diſtantiis, profecto in eodem aere non ſemper manebit æquilibrium: ſi vero machina aquæ immergatur, lignum aſcendet, ac deſcendet aurum; ex adverſo in vacuo recipiente deprimitur lignum,

ac aurum aſcendit. Tandem ſit vectis ABC (*fig.* 44) ita conſtitutus, ut ejus brachium AB ſit horizontale, brachium vero BC ſit inclinatum: ſumptis æqualibus diſtantiis BM, BL, ipſis appendantur duo pondera E, & D, ita tamen ut pondus D ferrea lamina, ſeu plano verticali HN vecti contiguo, non tamen affixo, impediatur, ne deſcendat, profecto juxta expoſitas æquilibrii leges deberet corpus E eſſe ad D, ut diſtantia BM a centro B eſt ad diſtantiam BL: ſed expertus eſt Mariottus ad habendum æquilibrium neceſſe eſſe, ut pondus E ſit ad pondus D, ut diſtantia BI, ad diſtantiam BL, ſive in ratione minori, quam exigit proportio inverſa diſtantiarum a fulcro, ergo &c.

606. R. ad 1. Juxta ſuperius dicta (*n.* 595), Staticæ leges ſupponere jugum gravitatis expers, atque ita lævigatum, ut nulla in centro motus ex attritu, & frictione contingat reſiſtentia. Nihil itaque mirum, ſi duo inæqualia corpora in iiſdem diſtantiis aliquando ſervent æquilibrium: exiguus enim exceſſus unius ponderis ſupra aliud illam vincere nequit reſiſtentiam, quæ ex attritu in motus centro, aut ex majori alterius brachii gravitate oritur, quæque vincenda foret, ut pondus elevaretur.

607. Ad 2. Notum ex hydroſtatica fiet ſolidum fluido demerſum tantum ſui ponderis relate ad potentiam ſuſtinentem amittere, quantum eſt pondus æquali fluidi voluminis. Cum itaque in objecto experimento ligni volumen ſit majus volumine auri, hinc condenſato aere, vel poſita machina in aqua, plus ſui ponderis amittet lignum, quam aurum; propterea primum aſcendet, & alterum deprimetur, rarefacto autem, vel ablato aere reſtituitur corporibus pondus, quod a ſibi æqualibus aeris voluminibus ſuſtentabatur, nempe majus ligno, quam auro, unde primum deprimitur, & aurum aſcendit.

608. Ad 3. In allato experimento gravitas ponderis D non agit tota in vectis inflexi bra-

chium

chium BC, cum aliqua ejus pars agat in laminam HN. Si igitur gravitas DN reſolvatur in duas DF, DG, patet vim DG exerceri contra laminam, & vim DF contra vectem; quare FD haberi poterit pro directione ponderis D relate ad brachium BC. Non ergo mirum, si ad æquilibrium ſervandum debeat pondus E eſſe ad pondus D, ut diſtantiam BI ad diſtantiam BL.

*Libra.*

609. Ad vectem heterodromum refertur *Libra*, ſeu *bilanx* ACB (*fig.* 45), in qua veniunt conſideranda homogeneum jugum, ſive *ſcapus* AB bifariam diviſus in puncto C: tum *lingula* CI, immobiliter affixa medio jugi puncto, tandem *anſa* ſeu *trutina* CE ex duabus parallelis laminis conflata, ac binæ lances FG.

610. Cum in libra brachia AC, CB ſint homogenea, ac ejuſdem longitudinis, ſintque cum uncis, funiculis, ac lancibus ſuis æquiponderantia, adeout duo brachia & ſine lancibus, & onuſta lancibus, perfectum ſervent inter ſe æquilibrium, jam ſi duo æqualia corpora lancibus imponatur, immota quieſcent: ſi vero æquilibrium non ſervent, illud gravius erit; quod deprimitur, nec poterunt ad æquilibrium revocari, niſi ponderi, quod attollitur, tantum addatur ponderis, quantum ipſum deficit ab alterius gravitate.

611. *Corol.* Libra erit doloſa, cum brachia inæqualia ſunt, quo caſu corpus e longiori brachio ſuſpenſum poterit æquilibrari cum graviori æquipondio lanci brevioris brachii impoſito (*n.* 593). Detegitur hic dolus ſola ponderum in lancibus permutatione, ſi enim lancem brevioris brachii pondere minori gravabis, non ſtabit æquilibrium; ut antea. Hinc tutior cenſetur bilanx, cujus brachia longiora ſunt, vel lingula longior, cum in utroque caſu minima brachiorum declinatio a parallelismo cum horizonte, ac conſequenter ponderum inæqualitas facilius detegatur.

612.

612. *Scholion. Est libræ species* statera, *quæ duplicis est generis, nempe* romana, *vel* geometrica, *&* empirica, *sive* communis. *Statera romana ita construitur. In virga ferrea AB* (fig. 46), *quæ versus B semper crassitie imminuitur assumitur ad arbitrium punctum D, cui erigitur normalis* lingula, *sive* examen, *quod trutinæ E inseritur, brachium brevius AD unco, aut lance oneratur, tum pondus N dictum* cursor *italice* il Romano, *unius libræ, aut dimidiæ opponitur longiori brachio in ea a centro motus distantia, in qua una cum longiori brachio æquilibrium servat cum breviori. Deinde unco, aut lanci imponantur æquipondia unius, duarum, trium, &c. librarum, notenturque distantiæ, in quibus cursor stat in æquilibrio cum æquipondio unius, duarum, trium librarum: hoc confecto patet ope stateræ differentiam ponderum posse innotescere. Similis est constructio stateræ empiricæ cujus brachium DB ejusdem est ubique crassitudi, unde braniscbiis facientibus æquilibrium signatur in longiori brachio primum punctum, in quo cursor æquilibrium efformat cum æquipondio unius libræ, reliqua vero puncta notantur per æqualia intervalla; ea tamen detracta distantia, in qua cursor ponitur proximus centro motus, ut æquilibrium servent inæqualia brachia.*

613. Dices: a jugo bilancis AF (*fig.* 47) pendeat ex uno brachio LA pondus O, ex altero LF minor bilanx DK, quæ onusta ponderibus æquilibrium faciat cum pondere O. Nunc si aliquid ponderis ex lance K transferatur in lancem D, non modo tollitur æquilibrium minoris bilancis DK, sed una cum lance K ascendet etiam brachium LF, licet nihil ponderis respectu hujus brachii minuatur: Secundo: in jugo bilancis AIF (*fig.* 48) pendeat ex brachio IA pondus P, ex altero IF vas N aqua plenum, cui immersum sit pondus L aqua specifice gravius, ac ope fili suspensum a puncto F: sint ambæ lances in æquilibrio una cum impositis ponderibus:

lus: ſi filum, a quo pendet pondus L, reſcindatur, ablato æquilibrio aſcendit brachium FI donec pondus L ad vaſis fundum pervenerit: tunc enim æquilibrium reſtituitur. Ex adverſo ſi pondus L fuerit aqua ſpecifice levius, & filo ad vaſis fundum alligetur, ſecto filo, & pondere L per aquam aſcendente ita æquilibrium turbatur, ut brachium FI deſcendat: porro in utroque caſu nulla contingit aut in ponderibus aut in diſtantiis variatio. Tertio: ex fornice pendeat bilanx ACB (*fig.* 49); a cujus brachio CA ſuſtineatur pondus æquilibrium faciens cum homine haſta armato ſtante in lance M: ſi homo haſta ſurſum urgeat jugi punctum B ſibi verticaliter imminens, nulla continget æquilibrii mutatio; ſi urgeat punctum D, lanx M una cum homine deſcendet, tandem ſi urgat punctum E, lans cum homine aſcendet. Num hæc cum æquilibrii legibus ſtare poſſunt?

614. R. ad 1. Illud certum phyſicis eſt, corpus grave quieſcens majorem exercere preſſionem in corpus, quodcunque ſibi ſubjectum, quam dum actu movetur in deſcenſu, quieſcens enim totius ſuæ gravitatis momentum contra ſubjectum obicem exercet; dum autem deſcendit, pars virium in premendo, pars in determinando deſcenſu impenditur. Ex hoc habes, cur deſcendente lance D, & aſcendente lance K (*fig.* 47) minor ſit preſſio totius bilancis contra punctum F, adeoque attollatur brachium FL.

615. Ad 2. Patet ex mox dictis ſolutio primæ partis phænomeni. Quoad alteram partem, pondus L, (*fig.* 48) aqua ſpecifice levius, ac fundo alligatum nititur, ut aſcendat vi æqualis exceſſui gravitatis, quam habet æquale volumen aquæ ſupra pondus L, ut in hydroſtatica patebit, qui niſus opponitur momento, quod exercet fundus vaſis N contra pondus L: elevatur enim fundus vaſis per niſum aſcendendi in corpore ipſi alligato; hinc fundus minus gravitat contra ſubjectam lancem, cum pars ejus momenti in vin-

cen-

cenda actione alligati ponderis impendatur, secto autem filo, atque ascendente pondere L, vasis fundus a contraria ponderis actione expeditus totum suum momentum contra lancem exercebit, quæ propterea descendet, utpote magis gravata quam antea.

616. Ad 3. Dum homo in lance M existens (*fig.* 49) hasta sursum urget punctum B, tantumdem pedibus deorsum premit lancem M, unde nullus haberi debet in branchio DB motus (*n.* 343). Dum hasta sursum urget punctum D, vis impellens exprimitur per diagonalem DM, ac resolvitur in binas DN, NM (*n.* 366), portio NM bilanci, & horizonti parallela movebit lancem ad partem K, adeoque ad bilancis æquilibrium non confert: at portio DN sursum protrudet punctum D, ipsique ex reactionis lege (*n.* 347) respondebit vis contraria BM, quæ urgebit idem brachium DB deorsum: sed vis BM, utpote magis distans ab hypomoclio C evadit major vi DN (*n.*593), ergo homo cum lance M descendet. Si autem homo sursum impellat punctum E, vis ME resolvetur in duas EK KM, quæ posterior ad bilancis æquilibrium non attinet; unde in hoc casu actio sursum erit KE vis reactionis deorsum erit BM: sed actio KE, magis dirtat ab hypomoclio C, ergo superabit reactionem BM, adeoque elevabit hominem cum lance. Hinc patet quod si homo premeret punctum aliquod brachii CA, adjuvaret brachii DB descensum:

## *Axis in Peritrochio.*

617. *Axis in Peritrochio*, italice *l'asse nella ruota* (græca enim vox *Peritrochion* latine *rota* audit), est cylindrus ligneus XH (*fig.* 50) volubilis supra fulcra AE, BF ope rotæ, aut baculorum LN, GI, qui *scytale* appellantur. Cylindro versus alteram sui extremitatem funis alligatur, a quo pendet pondus elevandum P.

618. Quoniam axis in peritrochio est vectis he-

heterodromus, cujus pondus est G (*fig.* 51) hypomoclion centrum axis C, potentia autem applicatur rotæ, vel scytali in A, evidens est haberi in hac machina æquilibrium potentiam inter, ac pondus, cum pondus fuerit ad potentiam, ut radius rotæ AC ad radium axis, sive cylindri EC (*n.* 598): nam spatia eodem tempore percursa, a pondere, & potentia sunt ut radii EC, AC (*Geom. n.* 228).

629. Ad axem in Peritrochio spectat *Geranium*, nempe ingens rota, intra quam homines per internos gradus veluti salientes cylindrum rotæ concentricum volvunt, ac alligato ad cylindrum fune naves ab uno in alium alveum transferunt. Item rotæ, quarum palmulæ a vento, vel ab acquis circumvolvuntur una cum infixo cylindro: ac tandem, ut alia omittam, *ergata*, vel *argano*, nempe cylindrus erectus AB (*fig.* 52), quo utuntur artifices ad pondera in plano promovenda.

## Trochlea.

620. *Trochlea*, vel *Rechamus*, vulgo *taglia*, vel *carruccola* est rota circa centrum volubilis, excavata in peripheria, cui funis ductorius circumvolvitur. Capsa, cum inserta est rota, *loculamentum* dicitur; hujus parietibus hæret infixus clavus, qui per medium rotæ volubilis trajicitur.

621. Si machina uno tantum constet orbiculo appellatur *simplex*, vel *monopaſtus*: si ex pluribus orbiculis componatur, dicetur *polypaſtus*: quæ duas habet trochleas *dyspaſtus* audit: duas tres, *trypaſtus*: quæ quatuor, *tetrapaſtus*: quæ quinque, *pentaspaſtus* &c.

622. Cum trochlea sit vectis heterodromus, evidens fit per simplicem trochleam, cujus loculamentum sit immobile, potentiam minime juvari, nec cum pondere æquilibrium facere, nisi fuerit ipsi æqualis: sunt enim distantiæ ponderis agentis in X (*fig.* 53), & potentiæ agentis in Tab. hypomoclio I prorsus æquales (*Geom.*
n.

n. 22) unde totum ſimplicis trochleæ, cujus loculamentum ſit immobile, emolumentum eſt directio, potentiæ commodior, nempe deorſum agens, pondus elevat, vel etiam agens horizontalite (*fig.* 54).

623. Si trochlea ſimplex cum ſuo loculamento ſit mobilis B (*fig.* 55.): nempe affixo fune in F a potentia F elevetur una cum pondere E trochlea AD, potentia ſubdupla æquilibrium formabit cum duplo pondere; nequit enim pondus attolli in X, quin potentia ad eam aſcendat altitudinem, quam metitur utraque funis pars FA PD, ſive conficiat ſpatium duplum altitudine BX, adeoque potentia duplam habet præ pondere velocitatem (*n.* 589), ergo potentia ſubdupla cum duplo pondere æquilibrabitur (*n.* 291).

624. In dyſpaſto AB *ad* (*fig.* 56): in quo trochlea AB loculamentum eſt fixum, trochlea vero *a d* cum appenſo pondere M eſt mobilis, potentia P æquilibrium obtinebit cum duplo pondere ob rationem ſupra expoſitam (*n.* 623). Ac, generaliter loquendo polyſpaſtis augetur potentiæ velocitas pro numero funium, excepto eo, cui potentia immediate applicatur: hinc in polyſpaſtis erit æquilibrium inter pondus, ac potentiam, cum pondus fuerit ad potentiam ut numerus funium trochleas inferiores ſuſtinentium ad unitatem.

625. Tandem ſi polyſpaſtus ita conſtructus fuerit, ut trochleæ omnes, excepta illa, cui applicatur potentia, ſint mobiles, ac ſingulæ peculiari fune eleventur, ſitque potentiæ directio ponderis directioni parallela, celeritas potentiæ a quolibet orbiculo abſolute mobili dupla reddetur reſpectu ponderis: nempe fiet dupla ratione primi orbiculi A (*fig.* 57), quadrupla ratione ſecundi B, octupla ratione tertii C, & ita porro. Quare hoc trochlearum ſyſtema cæteris omnibus prævalet.

*Cochlea*

626. *Cochlea*, vulgo *Vite*, eſt cylindrus conti-

tinuata spira sulcatus; qui inseritur inter aliud corpus spirantibus similiter sulcis distinctum, itaut unius prominentes spiræ alterius sulcis congruant. Dicitur *Cochlea mas*, cum ejus superficies convexa est sulcata; *Cochlea fæmina*, cujus superficies concava est excavata.

627. Usus cochleæ est tum comprimere, tum etiam elevare pondera, si ipsi cochleæ imponantur, ut C (*fig.* 58). Ut vis cochleæ intelligatur, advertendum est, dum potentia applicata puncto D semel volvit cochleam fœminam DE, ac consequenter circulum describit habentem pro radio longitudinem DI, ipsam potentiam descendere ad distantiam binarum helicum seu spirarum IG; hinc potentia erit ad pondus, ut distantia binarum hellicum IG ad distantiam radii DI, propterea fiet major potentiæ vis, ubi angustiores fuerint helices, aut crassior cochlea DE. Quod si inter immobilem cochleam DE cochlea mas CG ope scytalæ B convertatur pro majori scytalæ longitudine, augebitur potentiæ velocitas, ac consequenter vis.

628. Si cochlea a dentibus rotæ stellatæ, vel radiatæ circumagatur, dicetur *cochlea infinita* seu *perpetua*. Quia autem quo tempore cochlea semper circumvolvitur nonnisi unius dentis intervallo rota promovetur, hinc celeritas potentiæ fit maxima respectu ponderis. Nam quo tempore potentia in B applicata (*fig.* 59.) describit circulum habentem pro radio manubrium BC; unicus rotæ dens promovetur; hinc ut rota R una cum adnexo cylindro, & pondere, unum gyrum conficiat, opus est manubrium BC tot absolvat revolutiones, quot sunt rotæ dentes. Spatium igitur pari tempore descriptum a pondere erit ad spatium potentiæ ut radius *b*H cylindri ab BC ductum in numerum dentium rotæ R, si igitur radius *b*H ponatur unius pollicis, radius BC 12, ac rotæ dentes 100 erit potentia 1200 vicibus major pondere.

De

### De plano inclinato, & Cuneo.

629. Ex dictis (*n.* 530) planum inclinatum potentiæ vires adjuvat: cum enim sit gravitas respectiva corporis per planum inclinatum decidentis ab absolutam, ut altitudo plani ud longitudinem, habebitur per machinam æquilibrium potentiam inter, ac pondus, cum potentia fuerit ad pondus ut altitudo plani ad longitudinem.

630. Ad planum inclinatum refertur cuneus, nempe prisma triangulare ABC (*fig.* 60), quo utimur ad findenda corpora. Cum potentia perpendiculariter cuneo applicatur, servabit cum corporum resistentia æquilibrium, si potentia fuerit ad resistentiam partium separandarum ut basis cunei ad ejus altitudinem. Nam spatium quod describitur a potentia, dum descendit cuneus, est ut ejus altitudo EG: spatium autem quo corporis findendi partes separantur est ut basis AC, unde velocitas potentiæ ad velocitatem resistentiæ est ut altitudo ad basim (*n.* 281) ergo stabit inter utramque æquilibrum, cum potentia est ad resistentiam ut basis cunei ad ejus altitudinem (*n.* 592)

631. *Corol.* Cum basis cunei sit in ratione anguli in quem terminat cuneus (*Geom. n.* 63) quo acutior erit angulus sub eadem altitudine, major erit potentiæ cuneo applicatæ celeritas præ celeritate partium separandarum, & minor prout cunei angulus ab acuto recedet.

### De Rotis dentatis.

632. Inter Staticæ machinas utilissimum est *Pangratium* sive *Glossocomum:* machina nempe constructa ex pluribus rotis dentatis circa proprium axem ita volubilibus, ut una moveri nequeat, quin aliæ ad motum agantur ob implicatos unius rotæ dentes, qui curvilinei esse debent, dentibus alterius rotæ.

633. Ut intelligas ingens Pancratii emolumen-

tum,

tum, concipe tres rotas, H, F, D (*fig.* 61) quarum dentes inserantur axibus dentatis G, E, C. Si singulis rotis dentes 100 tribuantur, axibus autem dentes 10, jam cum axis C decem gyros complet, rota D unam conficiet revolutionem. Similiter quo tempore rota D cum suo axe E decies revolvitur, rota F unum gyrum absolvet: dum rota F cum axe G decies circumagitur, rota H cum adnexo cylindro IK, cum appenso pondere L nonnisi unam revolutionem complebit. Igitur velocitas rotæ D est decuplo major velocitate rotæ F, & velocitas rotæ F decuplo major velocitate rotæ H, ac consequenter ponderis L. Nunc si concipias manubrium AB decuplo majus diametro axis, C, jam potentiæ manubrio A applicatæ velocitas ad ponderis velocitatem erit ut 10000: 1: nam velocitas A ad C est ut 10000, 1000, velocitas C: E 1000: 100: velocitas E: G = 100: 10: velocitas G: H = 10: 1, ergo erit *ex æquo ordinate* velocitas A: H = 10000: 1 (*Geom. n.* 205), adeoque potentia A unius libræ æquilibrium obtinebit cum ponere L librarum 10000.

634. *Corol.* Aucto rotarum numero augebitur potentiæ vis, cujus mensura habebitur, si unitati addantur tot cyphræ, quot sunt axes: nempe exurgens numerus dabit potentiæ velocitatem præ celeritate ponderis.

## CAPUT XI.

### *De Æquilibrio ac Motu Fluidorum.*

635. Postquam de solidis corporibus, eorumque motibus, & æquilibrio disputavimus, ad fluida sermonem convertimus. De fluidis agit Mechanica, cujus pars fluidorum gravitationem, ac in solida actionem expendens *hydrostatica* dicitur: pars autem, quæ motus fluidorum, ac præcipue aquarum considerat, *Hydraulica* nuncupatur. Igitur, ut scientiæ utriusque elementa ponamus, de fluidorum pressione, æquilibrio,

actione

actione in solida, ac tandem motu verba faciemus.

## ARTICULUS I.

### De Fluidorum Pressione.

636. *Definitiones*. *Fluidum*, vel liquidum dicitur corpus, quod tenuissimis corpusculis minima vi cohærentibus coalescit.

637. *Scholion*. *Nonnulli Philosophi distinguunt* fluidum, liquidum, & humidum: *ajunt nempe esse* fluidum *illud corpus, cujus massulæ sub aere superficiem acquirunt horizonti parallelam, veluti aqua:* liquidum, *quod non semper talem superficiem, acquirit, ut flamma, & fumus:* humidum, *cujus particulæ aliis corporibus facile adhærescunt, ac humoris excitant sensationem veluti* aqua, vinum &c.

638. Fluida, quæ ejusdem sunt densitatis; veluti duæ *aquæ*, aut *aeris* portiones, dicuntur *homogenea*; quæ vero diversam habent densitatem, ut *aqua* & *mercurius*, *heterogenea* nuncupantur.

PROPOSITIO I. *Fluidorum omnium particulæ sese mutuo premunt æqualiter deorsum, sursum, ad latera, ac versus omnem partem.*

639. *Probatur*. Cum fluidum tenuissimis constet particulis vi minima cohærentibus (*n.* 636) ac earum quælibet suam habet gravitatem, & nisum deorsum, necesse est, ut particulæ superiores premant inferiores, ac inferiores reagant contra superiores æquali vi (*n.* 347), unde intelligitur pressio deorsum, ac sursum. Similiter: cum particulæ fludi minima vi cohæreant, ac graviteat, ex quo superiores particulæ movere nequeant inferiores suo descendendi nisu, tendent ad latera, a quibus æquali reactione repelluntur, unde pressio intelligitur in omnem partem. Concipe in vase RZ (*fig.* 64) series corpusculorum sibi impositorum, quilibet

ex

ex hisce globulis, puta particula *a* deorsum urgetur a superincumbentibus in eadem columna corpusculis, sustentatur tamen ab inferioribus, tantaque vi sursum repellitur, quanta ab imminentibus deorsum urgetur; sed etiam a lateralibus perticulis *bc*, quæ columnarum sibi incumbentium pondus sustinent, undique premitur, ac repellitur ad latera: ergo in omnes partes æqualiter urgetur, quod cum de alia quacunque particula fluidi similiter ostendi possit, patet veritas propositionis.

640. Id confirmant etiam quotidiana innumera experimenta, inter quæ hoc unum accipe. Vas y M (*fig.* 36) aqua repleatur, in quam immergantur aperti tubi BCAD ad quamcumque directionem, sintque eorum aliqui L, & H inferius recurvi: eodem tempore ascendet aqua in omnibus hisce tubis ad stagnantis fluidi altitudinem: sed ascendere nequit per tubum O, nisi sursum: per foramen L, nisi deorsum: per foramen H, nisi ad latera prematur: ergo fluidi particulæ se mutuo premunt æqualiter in omnem partem.

641. *Coroll. I.* Omnes liquidi homogenei partes æquilibrium servant inter se: urgentur enim singulæ æqualiter versus omnem partem (*n.* 639), ergo inæqualiter quiescere debent (*n.* 583).

642. *Corol. II.* Pressio fluidorum in omnem partem oritur a gravitate, & ab inertiæ vi, nempe pressio deorsum est ab activa gravitatis vi: pressio sursum a passiva inertiæ vi (*n.* 239): pressio lateralis ab utraque. Utraque vero vis fluidis, ac solidis æque communis (*n.* 240, 441) in solis fluidis pressionem in omnem partem producit, ob tenuitatem, ac mobilitatem suarum partium, quibus adfectionibus carent solidorum partes.

*Eximuntur contrarii scrupoli.*

643. Opp. 1. Si fluida premerent in omnem

par-

partem, jam fluida continuo sursum ascenderent nam pressio deorsum, & ad latera ostendit impedimenta a fundo, & lateribus, ne suum effectum producat: at pressio sursum nullum, vel tenuissimum habet impedimentum a superincumbente aere, ergo obtinebit effectum suum, nempe ascensum.

644. R. nego sequelam. Nam pressio sursum in fluidis est a passiva inertiæ vi, quæ tantum reagit, quantum premitur, unde cum in inferioribus fluidi particulis tantus sit nisus ascendendi, sive reactio, quantus in superincumbentibus est nisus descendendi, sive gravitas, jam habentur contrariæ, & æquales vires adeoque nullus motus sequi debet (*n.* 343).

645. Inst. In columna fluidi perpendiculari concipiatur particula, quæ aliquantulum sit supra medietatem: certe particula non erit in æquilibrio; nam fluidum ipsi incumbens est minus fluido ipsi subjecto, ergo minus deorsum premitur, quam sursum impellatur, ergo ascendet.

646. R. Dum asserimus fluidorum partes se mutuo premere æqualiter in omnem partem, id ita intelligendum non est, quatenus quælibet fluidi gutta in quocumque vasis loco æqualiter prematur; certum enim est urgeri magis guttas, quæ fundo vasis, quam quæ operculo sunt proximæ. Itaque sensus est: quamlibet fluidi guttam a superincumbentibus, & lateribus æqualiter premi, ac reagere, sicque æquilibrium servare. Nunc concipe in columna perpendiculari 20 fluidi sphærulas sibi imminentes, quæ descendendo est ordine tertia, deorsum urgetur a duabus superioribus vi ut 2, & pari reactione renititur: ipsa vero tertia cum duabus superioribus aget in quartam inferiorem vi æquali 3, & pari reactione a quarta sursum urgebitur. Idem de aliis sequentibus dicas, & invenies perfectum servari debere inter omnes particulas quocumque vasis loco positas æquilibrium.

647.

647. Opp. 2. Concipiatur particula aliqua fluidi in columna horizontali, ſit autem hæc particula proximior uni lateri vaſis, puta lateri dextro, quam ſiniſtro: cum laterales actiones fluidorum prementium quantitatibus reſpondeant, hæc particula poſita inter inæquales ad latera fluidorum quantitates urgebitur a viribus inæqualibus, ergo non ſervabit æquilibrium.

648. R. Diſtingui debent vires, quæ omnes ſimul ad unam partem diriguntur, & vires, quæ agunt ex utraque parte: ubi primum contingat, omnes ſimul vires ad eamdem partem conſpirantes infirmum obicem ſuperabunt: ubi vero ſecundum eveniat, aliter loquendum erit. Imaginare 100 homines urgentes eumdem obicem virium 50, profecto ipſum ſuperabunt: at ſi iidem homines ita fuerint diſpoſiti, ut eorum primus una manu obicem urgeat, altera agat adverſus vim ſecundi hominis, qui pariter altera manu reagat contra vim tertii, ſicque deinceps, itaut omnes ex utraque parte agant, certe obex 50 non ſuperabitur a 100 hominibus, quorum vires in hoc caſu non ſuſtinet, ut manifeſtum eſt. Simili modo; cum quælibet fluidi gutta prematur, & reagat æquali vi, quocumque in loco vaſis concipiatur, non poterit ab aliis ad motum impelli.

649. Inſt. Si duæ fluidi partes ſuperiores ſimul accipiantur, certum eſt eas magis gravitare, ac premere, quam premat unica pars æqualis inferior, ergo hæ duæ partes ſimul ſumptæ debent prævalere inferiori, ergo non ſtabit æquilibrium.

650. R. Duas fluidi partes ſimul ſumptas eſſe utique tertia inferiori, ac æquali uni earum graviores, ſi hæc infima ſeorſim ſumatur, non vero ſi ſumatur una cum ſuperincumbentibus, uti ſumi debet: ſicuti enim 100 lateres ſibi ipſis perpendiculariter ſuperimpoſiti ita ſe premunt, ut eorum infimus non premat ut unus, ſed ut 100; ita pars infima fluidi exercet preſ-

sionem omniumpartium sibi impositarum, hincque fit, ut ejus reactio sit æqualis gravitationi totius superincumbentis columnæ, atque æquilibrium maneat.

651. Opp. 3. Pressio fluidorum deorsum fit per lineam perpendicularem, pressio autem lateralis fit per lineam obliquam, sed obliqua pressio est minor perpendicularis, ergo pressio in omnibus fluidi guttis non est æqualis.

652. R. Cum pressio fluidorum tum deorsum, tum ad latera sit ab eadem gravitatis vi (*n.* 642), propterea æqualis utrobique esse debet. Revera concipe fluidi sphærulam A (*fig.* 62) oblique premere sphærulam B directione AB; vis AB solvitur in duas AC, CB; & vis qua globus A agit in B est ut portio BC (*n.* 366): sed BC est æqualis AC, cum ambo latera duobus semirectis angulis A, & B opponantur (*Geom. n.* 65), ergo vis lateralis erit ut AC, quæ ducta in commune gravitatis centrum C exhibet vim gravitatis perpendicularem.

653. Opp 4. Juxta plures magni nominis Philosophos fluida perpetuum habent intestinum motum: ergo eorum particulæ non sunt in æquilibrio.

654. R. Quidquid sit de hac cartesiana opinione; quam alibi ad trutinam revocabimus, hic motus intestinus fluidorum non est ipsius fluidi naturæ essentialis, sed extrinsecus, nempe ab exteriori aliqua caussa, puta calore, ignis, aere productus: unde non officit legibus hydrostaticæ, quæ naturalem fluidorum statum considerant.

PROPOSITIO II. *Pressio fluidorum in fundos vasorum quorumcumque est ut factum ex fundo in altitudinem perpendicularem.*

655. *Probatur*. Si vas sit cylindricum AR (*fig.* 64), cum totum fluidum sustineatur a fundo, pressio in fundum erit ut tota fluidi gravitas: sed fluidi gravitas est ut quantitas materiæ (*n.* 482):

482): quantitas autem materiæ in cylindro eſt ut factum ex baſi in altitudinem (*Geom. n.* 264), ergo preſſio in fundum erit ut factum ex fundo in altitudinem.

656. Si vas cylindricum fuerit ad horizontem inclinatum, ut AD: (*fig.* 65): fundus premitur ſecundum directionem AD: ſed gravitas ſecundum directionem AD eſt ad abſolutam, ut AF ad AD (*n.* 530), ergo fundus A eodem modo premitur, ac ſi urgeretur a fluido ejuſdem baſis, ſed altitudinis AF, ergo preſſio in fundum eſt ut factum baſis in altitudinem perpendiculariter.

657. Si vas fuerit EBF (*fig.* 66), jam in fundum premit ſola columna AGIC; reliquæ enim fluidi portiones ab inclinatis vaſis lateribus ſuſtinentur, ergo fundus premitur, perinde ac ſi foret vas cylindricum AGIC: ergo preſſio erit ut factum ex fundo in altitudinem. Alia ratio: ſi vaſis capacitas EF ſit decies major capacitate AC, quo tempore fluidum in devergente deſcenderet per 1 pollicem, in cylindro deſcendet per 10 pollices; ergo celeritates initiales in utroque vaſe ſunt reciproce ut fluidorum maſſæ, adeoque preſſiones ſunt æquales (*n.* 291).

658. Tandem ſi vas fuerit conicum EGOD (*fig.* 67) perinde urgebitur fundus, ac ſi vas foret cylindricum EFMD. Imo apice coni ad quamcumque altitudinem ope tubi GB producto, æqualis erit preſſio in fundum, ac ſi vas fuerit cylindricum EACD. Hujus paradoxi hydroſtatici, cujus veritatem innumera confirmant experimenta, ſequentem adducunt rationem phyſici: columna fluidi ſublimior BQZ baſi immediate inſiſtens tota ſua gravitate elevare nititur breviores ZI, IN, PD, unde breviores iſtæ columnæ tanta vi urgent vaſis parietes OD, GE, quanta eſt vis columnæ longioris BZ. Et certe, ſi in aliquo inclinati lateris puncto, puta in K foramen aperiretur, aſcenderet aqua uſque ad altitudinem BC in vacuo: ſed vaſis latera

pari vi reagunt in breviores columnas, easque urgent versus fundum, ergo fundus perinde premitur, ac si vas foret cylindricum EACD, ergo etiam in vase conico pressio fluidi in fundum est factum ex fundo in altitudinem. Alia ratio: si capacitas vasis cylindrici AC sit decies major capacitate GO conici vasis, quo tempore fluidum in cylindrico vase descendet per unum pollicem, in conico descendet per 10, ergo celeritates sunt reciproce ut massæ, adeoque sunt æquales (*n.* 291).

659. Quæ hactenus diximus, experientia magis, quam physica ratio edocuit. Nam si vas ABCD (*fig.*68) habeat fundum A mobilem CD, cui catenula alligetur, quæ pendeat a bilancis brachio KL, ex alio vero brachio pendeat æquipondium, experientia notum est in vasis cujuscumque figuræ, ejusdem tamen basis, & altitudinis perpendicularis, tantum ponderis opus esse ad fundum elevandum, cum vasa sunt plena, perinde ac si vasa forent cylindrica ejusdem basis, & altitudinis.

660. *Corol.* Ubi comparentur, fluidorum homogeneorum pressiones in vasorum fundos, facile erit ex dictis elicere sequentes leges. I, *Datis fundis æqualibus pressiones homogeneorum liquorum erunt ut altitudines.* II, *Si altitudines fuerint æquales; pressiones erunt ut fundi*, III, *Si altitudines, & fundi fuerint inæquales, pressiones erunt ut facta ex altitudinibus, & fundis, sive in ratione composita basium, & altitudinum* (*Geom. n.* 193).

## *Satisfit Objectis.*

661. Opp. 1 Gravitas, ac consequenter pressio a gravitate proficiscens est quantitati materiæ proportionalis (*num.* 482): atqui major est quantitas materiæ in vase cylindrico, quam in conico ejusdem basis, & altitudinis, est enim conus tertia pars cylindri ejusdem basis, & altitudinis.

tudinis (*Geom. num.* 270), ergo nequit esse in utroque eadem contra fundum pressio. Et certe, si bilanci utrumque vas imponatur, descendet cylindricum, & conicum elevabitur.

662. R. Actio fluidi ab ejus pondere distingui debet: pondus est quantitati materiæ proportionale; actio vero non item, cum hæc pendeat a basibus, & altitudinibus (*n.* 655): sicuti aliud est pondus absolutum corporis in vecte suspensi: aliud actio, quam contra æquipondium exercet; primum est, ut massa corporis altera est ut massa, & distantia a fulcro, propterea ejus actio potest esse major pondere absoluto. Pari modo, quia actio fluidi est ab ejus pressionibus in omnem partem, poterit esse major gravitate absoluta, cujus vis tendit deorsum. Quia ergo positis in bilance vasis gravantur lances eorum ponderibus absolutis, non mirum si cylindricum conico prævaleat.

663. Inst. Cum vasa lancibus imponuntur, ipsæ lances gravantur a vasorum fundis, ergo si æqualis est pressio contra fundos vasis cylindrici, & conici parium basium, & altitudinum, hæc duo vasa æquilibrium in bilance obtinebunt.

664. R. Tota fluidi actio contra fundum vasis patitur ab ipso fundo contrariam, & æqualem reactionem, unde inter utramque facto æquilibrio lanx, cui imponitur vas, nonnisi absolutum fluidi, ac vasis pondus sustinet. Concipe in capsula clausum elaterem, cujus tanta sit vis, ut se relaxando pondus librarum 100 valeat attollere: capsulæ fundus, & operculum totam clausi elateris vim sustinebunt: quia tamen renituntur contraria reactione, idcirco si capsulam lanci imposueris, nonnisi ejus absolutum pondus paucarum librarum persenties. Idipsum dicas de pressionibus fluidorum in fundos vasorum, cujus quidem phænomeni ratio est, quia pressio columnarum fluidi contra latera nequit sursum urgere latera, quin pari vi sursum urgeat fundum lateribus conjunctum: hinc tantum pressio

iſthæc ſurſum demit lanci, quantum addit preſſionis in fundo reactio.

665. Inſt. Nulla eſt phyſica ratio, cur in vaſis convergentis fundum eadem eſſe debeat fluidi preſſio, quæ in fundum vaſis cylindrici ejuſdem baſis, & altitudinis: nam ratio a nobis aſſignata ( *n.* 658. ) multiplici ex capite laborat falſitate. Siquidem primo: non intelligitur, quid ſit hæc reactio laterum, quæ contrariam vim brevioribus columnis fluidi debeat communicare; ſicuti enim, ſi corpus molle in ſimile immobile planum incidat, vim quidem ſuam amittit, non tamen contrariam vim recipit, ita breviores columnæ a longiori elevatæ motum quidem ſuum amittent ob reactionem laterum, non tamen vim contrariam acquirent. Quod ſi dicamus hanc contrariam vim ipſis communicari a laterum elaſticitate; ut reactio eſſet actioni æqualis opus foret & fluida, & vaſis latera eſſent perfecte elaſtica, quod numquam eveniet. Secundo: reactio laterum eſt fluido obliqua, ergo facta reſolutione non auget in fundum niſi vi perpendiculari ( *n.* 366. ), quæ eſt minor longitudine columnarum vaſis cylindrici paris cum conico altitudinis. Tertio: columnæ breviores, gravitatem habent, unde aliquo modo reſiſtunt columnæ longiori nitenti ipſas elevare, adeoque non agent in latera tota vi columnæ longioris ( *n.* 344 ). Tandem columna longior non poteſt elevare breviores, niſi tota preſſione ſuæ gravitatis: at hæc vis eſt multo minor columna æqualis altitudinis habente pro baſi totum vaſis fundum, ergo columnæ breviores non attolluntur vi proportionali cylindro ejuſdem baſis, & altitudinis cum vaſe, ergo non acquirent a laterum reactione preſſionem æqualem columnæ fluidi paris cum vaſe altitudinis, & baſis.

666. R. 1. hæc paradoxa hydroſtatica niti potius certiſſimis experimentis, quam phyſicæ rationi; quare eorum veritatem tuemur docente experientia; quam quibuſdam tantummodo con-

jecturis.

jecturis a clarissimis physicis allatis confirmamus: fatemur tamen eas probabilitatis vix limen attingere, adeo ut, prætermissis experimentis, res admodum dubia reddatur.

667. R. directe ad singula. Ad 1 reactio laterum non est pura motus extinctio, sed æqualis contraria vis columnis ipsa prementibus communicata. Patet id ex tertia lege newtoniana (*n.* 347), in cujus explicatione ostendimus ex Newtono cuilibet actioni cantrariam, & æqualem reactionis vim respondere (*n.* 347). Hinc si manibus parietem urgeas, contrariam vim patieris, quam sustinere non poteris, nisi firmi corporis fulcimento pedibus inuitaris. In corpore autem molli impingente in immobile simile obstaculum utique motus, ac vis in contrarium cessat ob æqualem, & contrariam obicis reactionem, unde nequit corpus in contrariam partem moveri, alias reactio actionem superaret: paritas ergo nobis suffragatur. Quia vero corpus post ictum ab obice separatur, hinc ejus actio, ac consequenter obicis reactio non est continua, sicuti in fluido inclinata vasis latera continenter urgente.

668. Ad alterum. Reactio laterum est prorsus æqualis, & contraria actioni columnarum breviorum ex newtoniano axiomate (*n.* 345), ergo nequit esse minor. Revera concipe totam lateris reactionem esse obliquam DO (*fig.* 67), resolvetur in duas MD, MO, unde portio reactionis contra fundum erit ut altitudo MD, sive ut altitudo longioris columnæ GQZO, ac basis ZD fluidi contra latus OD agentis. Quod si longior columna crescat, ut fiat BQZ, reactio erit ut altitudo DC, quia actio columnarum breviorum crescit in ratione altitudinis BQZ, ac consequenter reactio in eadem ratione augeri debet. Non obstat aliqua lateris inclinatio: cum enim latus inclinatum, utpote hypothenusa opposita recto angulo M, sit semper majus quolibet laterum OM, MD (*Geom. n.* 67), fa-

cta resolutione, reactio lateris in fundum perpendicularis est, ut altitudo catheti ad basim normalis, adeoque, ut altitudo columnarum longiorum; uno verbo: in vase cylindrico pressiones in fundum distribuuntur per guttas fundo perpendiculares, in vase autem convergente distribuuntur per guttas, quæ adhærent lateri inclinato, adeoque per guttas numero majores, cum latus inclinatum sit majus fundo; hinc hæ pressiones, licet minores, quia oblique agentes, evadunt æquales majoribus pressionibus vasis cylindrici per guttas numero minores distributis.

669. Ad 3. Quia gravitas breviorum columnarum in fundum conspirat cum reactione lateris, jam quantum subducendum est e pressione columnæ longioris nitentis elevare breviores ob breviorum contrariam gravitatis vim, tantumdem addi debet reactioni laterum in fundum, unde fit, ut totalis laterum reactio non minuatur ex hoc capite.

670. Ad 4. Actio longioris columnæ in breviores est effectus totalis sui momenti: momentum autem nedum a massa, eique proportionali gravitate desumendum est, sed & a corporis celeritate (*n.* 289). Jam vero celeritates, ubi tempora æqualia sint, sequuntur directam spatiorum rationem (*n.* 281). Cum itaque, ubi vas est angustius, multo majus spatium percurret fluidum descendendo, quam in latiori vasis capacitate absolvat idem fluidum ascendendo pari tempore (*n.* 658), jam velocitas initialis fluidi columnæ longioris erit multo major, quam velocitas initialis columnarum breviorum, ergo ejus monumentum erit majus sua massa, vel gravitate. Non ergo mirum, si longior columna breviores majori nisu premat, quam ejus gravitas exigat.

671. Opp. 2. Si in vase divergente pressio in fundum est ut productum basis in altitudinem; quia sola portio fluidi cylindrica AGIG (*fig.* 64) in fundum agat, jam aperto in fundo lumine,

ne, sola prosiliet imminens fundo cylindrica portio fluidi, reliquiæ vero in vase remanebunt a lateribus sustentatæ, quod falsum est. Deinde columnæ ad cylindricam laterales ideo sustinentur a vasis lateribus, nec contra fundum agunt, quia ipsis media cylindrica columna impedit, ne in fundum descendant: ergo columna principalis sustinet gravitates circumstantium, ergo magis aget in fundum, quam exigat ejus basis ducta in altitudinem.

672. R. Ad 1. Cum fluidorum particulæ agânt in omnem partem æquali vi (*n.* 639) hinc aperto in fundo lumine, ac descendente principali columna, aliæ circumstantes amisso æquilibrio descendunt in spatium a columna mota relictum, sicque totum vas tandem depletur.

673. Ad 2. Pressio, quam circumstantes columnæ in mediam exercent, est pressio lateralis, sive horizonti parallela, cum pressio perpendicularis contra inclinata latera innitatur, proinde principalis columna æquali directione reagens, non auget pressionem perpendicularem contra fundum.

674. Opp. tertio. Fluidorum pressio in funda vasorum debet determinari ex vi, & celeritate, qua, aperto in fundis lumine, fluida prosiliunt. At hac methodo falsum ostenditur pressiones esse ut altitudines; nam celeritates fluidorum exeuntium sunt ut radices altitudinum, ubi cætera sunt paria, unde ex altitudine quadrupla descendit liquor, non quadrupla, sed dupla celeritate, ergo &c.

675. R. nego min. Etenim in fluidis massæ sunt ut celeritates; hinc fit; ut in vasorum depletione, effectus pressionum altitudinibus respondeant. Nam si celeritas est ut radix altitudinis, etiam massa fluidi pari tempore exiens e lumine est ut radix altitudinis, propterea vires fluidi prosilientis, quæ ex massa, & velocitate æstimandæ sunt (*n.* 292), sunt ut ipsæ pressiones, sive altitudines. Igitur data altitudine

vaſis quadrupla, erit dupla fluidi velocitas, erit dupla fluidi maſſa, hinc effectus erit quadruplus, nempe ut ipſa cauſſa, ſeu preſſio altitudini reſpondens.

## ARTICULUS II.

### De fluidorum æquilibrio.

PROPOSITIO I. *Si in duobus tubis communicantibus fluida homogenea eamdem habuerint altitudinem, quieſcent in æquilibrio, quæcumque fuerint tuborum amplitudo, & inclinatio.*

676. *Probatur*. Vel tubi communicantes ſunt verticales, & æqualis diametri, ut tubi AE (*fig.* 69), vel verticales quidem ambo ſunt, unus tamen alio latior uti HB (*fig.* 70): vel unus verticalis eſt, alter inclinatus, æqualis tamen uterque diametri, veluti SQ (*fig.* 71): vel tandem uterque eſt inclinatus, ut AD (*fig.* 71). In quocumque ex hiſce quatuor caſibus homogenea fluida æquilibrium obtinere, cum æqualem habent in utroque crure altitudinem, deſcendit ex ſupra dictis (*n.* 655). Nam æquilibrium habetur, inter duo corpora, cum preſſiones ſunt hinc inde æquales: ſed preſſiones liquorum ſunt ut baſes, & altitudines conjunctim: in quatuor autem dictis caſibus altitudines, ex hypotheſi, æquales ſunt, baſes etiam, quarum vices gerit punctum G (*fig.* 69) æqualiter diſtans a ſuprema ſuperficie liquoris in utroque tubo contenti, ſunt æquales, ergo preſſiones erunt æquales, ac conſequenter æquilibrium habebitur.

677. Sed accuratius id demonſtrabitur reſpectu tubi amplioris, vel inclinati hac ratione. Si tubus H quadruplo latior ſupponatur crure B (*fig.* 70), jam non poterit liquor in latiori tubo per unum pollicem deſcendere, quin pari tempore in altero crure aſcendat per altitudinem 4 digitorum. Cum ergo celeritates ſint ut ſpatia (*n.* 281), jam celeritates fluidorum H, & B ſunt inverſæ, ut eorumdem quantitates, ergo

ſtare

ſtare debent in æquilibrio, cum momenta exurgant hinc inde æqualia (*n.* 291). Si vero tubus fuerit inclinatus SR (*fig.* 70), ejus vis reſpectiva eſt altitudo TZ (*n.* 530), adeoque æqualis gravitatis abſolutæ fluidi VR, ac conſequenter dabitur inter hæc fluida æquilibrium.

678. *Corollarium.* Quoniam fluidum quodcumque concipi poteſt diviſum in æquales diametri columnas, propterea fluidum quodcumque homogeneum in vaſe poſitum ſuperficiem acquirit horizonti parallelam, quia nempe ſingulæ columnæ ad eamdem altitudinem aſcendunt, ut in æquilibrio quieſcant. Hinc patet totam aquæ maſſam, poſita ſphærica telluris figura obtinere ſuperficiem ſphæricam, cum ejus columnæ omnes ſervare debeant eamdem a telluris centro, in quod gravitant, diſtantiam, ſive altitudinem, ut æquilibrium obtineant.

679. Dices. Si accipiantur duo tubi communicantes inæqualis diametri, tum anguſtioris cruris orificium digito occludatur, interim per latiorem aqua infundatur, ſublato poſtea digito altius aſcendit aqua in tubo anguſtiori, quam in latiori, ut refert Mariotus. Secundo major eſt quantitas liquoris in tubo latiori, quam in altero, ergo non ſtabunt in æquilibrio, ſicuti æquilibrium amitterent, ſi bilanci tubi ſeparatim imponerentur.

680. R. Ad 1. Non diffitemur quaam per tubum ampliorem immiſſam ſublato digito, quo anguſtior tubus occludebatur, altius aſcendere per ipſum anguſtiorem tubum: ſed id fit ob velocitatem ab aqua acquiſitam inter deſcendendum in latiori tubo, qua quidem extincta rurſus deſcendit aqua in tubo arctiori ad libellam cum aqua tubi latioris, ut docet experientia.

681. Ad 2. Cum dicimus aquam in latiori tubo contentam æquilibrium facere cum aqua tubi anguſtioris, non eſt ita intelligendum, quaſi fluidum amplioris tubi tota ſua gravitate applicetur fluido alterius cruris; tunc enim æqui-

librium tolleretur, perinde ac in bilance inæqualibus ponderibus gravata. Conſideramus itaque ſingula fluidi elementa agentia in ſingula alterius cruris, quæ æqualia hinc inde ſunt ob æquales baſes, & altitudines. Deinde fluidum tubi anguſtioris habet celeritatem reciprocam cum maſſa amplioris fluidi, unde, etſi totum majus fluidum agat in aliud, adhuc ſtabit æquilibrium (n. 677).

PROPOSITIO II. *In tubis communicantibus quibuſcumque fluida heterogenea æquilibrium obtinent, ſi altitudines habeant reciprocas cum gravitatibus ſpecificis.*

682. *Probatur.* In tubis communicantibus fluida homogenea, ubi altitudines pares ſint, æquilibrium obtinent, quia preſſiones ſunt utrobique æquales (n. 676): at ubi fluida heterogenea ſint, unum nempe denſius, aliud rarius, non habebunt æquales preſſiones, ſub paribus altitudinibus; minus enim premet rarius fluidum, quam denſius (n. 456). Igitur neceſſe eſt fluidum rarius eouſque augeatur volumine, quouſque æqualem preſſionem cum altero exerceat, ſive æqualem cum altero fluido maſſam obtineat; ſed in corporibus diverſæ denſitatis maſſæ æquales ſunt, ſi volumina habuerint cum denſitatibus reciproca (n. 127), ergo fluidum rarius quieſcet cum denſiori in æquilibrio, ubi altitudines fuerint reciprocæ ut denſitates, ſive ut gravitates ſpecificæ (n. 291). Sic quia gravitas ſpecifica mercurii ad aquam eſt ut 14 ad 1, ſi mercurii altitudo in uno crure ſit unius pollicis, aquæ autem in altero ſit pollicum 14, habebitur æquilibrium; revera enim tantum ponderat unius mercurii digitus quantum 14 aquæ.

683. *Corollarium I.* Si terræ figura dicatur elevata ſub æquatore, & depreſſa ſub polis, tota aquæ maſſa terram circumambiens erit quoque elevata ſub polis, & depreſſa ſub æquatore: nam columnæ aqueæ erant graviores ſub polis,

&

& leviores sub æquatore ( n. 555 ), ergo sub æquatore magis elevabuntur, ut cum columnis polaribus æquilibrium obtineant (n. 682).

684. *Corollarium II.* Patet modus inveniendi quorumcumque liquorum densitates. Si inter liquores notabiles sit gravitatis discrimen, quo casu unum alteri misceri nequit, infundatur liquor specifice gravior per tubum AC (*fig.* 69), alius per tubum ED, cum æquilibrati quiescunt, notentur eorum altitudines ( n. 682 ). Si vero diversitas densitatis inter liquores exigua fuerit, adeout misceri facile possint, tubus horizontalis CD mercurio prius repleatur, deinde liquores infundantur.

585. *Scholion. Ab hisce legibus excipiendi sunt tubi capillares: exigui nempe vitrei canaliculi, in quibus liquores statutas leges minime servant, quorum phænomena opportunius alibi exponemus.*

686. Dices. In barometro mercurius suspenditur tamquam in tubo communicante, cujus unum crus, nempe ampulla premitur ab aere; sed eadem perseverat suspensi mercurii altitudo etiam in clauso cubiculo, ubi certe aer non obtinet altitudinem reciprocam cum mercurii gravitate specifica, ergo &c. Secundo: si liquoribus heterogeneis æquilibrium obtinentibus in tubis communicantibus, puta mercurio, & aqua superinfundatur æqualis portio alteris liquoris, puta olei, adhuc perseverabit æquilibrium, & tamen cessat proportio; nam si proportionalibus quantitatibus partes æquales addas, tollitur proportio, ergo &c. Tertio: si e duobus heterogeneis liquoribus æquilibrium servantibus, ducto diaphragmate in tubo horizontali, auferantur hinc inde æquales quantitates, stabit æquilibrium, nec tamen stat proportio reciproca altitudinum cum gravitatibus specificis: nam ablatæ a quantitatibus proportionalibus æquales partes tollunt proportionem, ergo &c. Tandem; si in tubis ABCD (*fig.* 72) tubus AB haberet basim duplo latiorem alterius basis, ac continenter fluidum

duplo gravius altero, ex præjacta propositione fluidum levius obtinebit altitudinem dupla, & tamen pressio liquoris ponderosioris est quadrupla, cum sit & duplo gravior altero; & duplam basim habeat, cui pressio proportionalis est (n. 660).

687. R. ad 1. In clauso cubiculo deficere quidem in aerea columna mercurium barometri sustinente altitudinem necessariam ad faciendum æquilibrium: ac remanet tamen in ipsa aliquid vices gerens altitudinis, compressio nempe eadem haberet sub dio, vi cujus, utpote elastica ne comprimatur resistit descendenti mercurio perinde, ac si in aperto fieret experimentum. Quare non eodem modo de aere loquendum est, ac de ceteris liquoribus, cur aer insigni polleat elastica vi, non sic autem cæteri liquores. Verum de hoc phænomeno clarius alibi.

688. Ad 2. Ex stabilita propositione circa heterogeneorum liquorum æquilibrium, illud clare sequitur: æquilibrium inter heterogeneos liquores haberi, quando plures, quam duo, sunt liquores in tubis communicantibus, si altitudines fuerint reciproce ut summæ gravitatum specificarum, tunc enim æqualis est hinc inde actio, & reactio, quæ caussæ sunt æquilibrii, cum altitudines sunt reciproce ut specificarum gravitatum summæ. Si igitur duobus heterogeneis liquoribus in æquilibrio constitutis superinfundatur æqualis portio tertii cujusdam liquoris, vel summæ gravitatum specificarum fiunt reciproce ut altitudines & stabit æquilibrium: vel hæc proportio non habetur & æquilibrium turbabitur. Rem clarius illustrabimus: sint in æquilibrio duo heterogenei liquores, quorum specifice gravitates sint ut 3 : 9, adeoque altitudines us 9 : 3, his addatur unus pollex tertii liquoris habentis specificam gravitatem ut 1, summæ gravitatum specificarum erunt 4 : 10, altitudines autem ut 10, 4, adeoque stabit æquilibrium. At si tertii liquoris specifica gravitas fue-

fuerit ut 2, erit ſumma gravitatum ſpecificarum ut 5 : 11, altitudines autem ut 10 : 4, unde perturbabitur æquilibrium.

689. Ad 3. In hypotheſi tollitur æquilibrium nam ablatis in tubo horizontali æqualibus portionibus utriuſque heterogenei fluidi, plus aufertur ponderis e fluido denſiori, quam e rariori; hinc permutatis preſſionibus neceſſe eſt turbetur æquilibrium, quouſque per novas altitudines cum preſſionibus reciprocas novum æquilibrium redeat.

690. Ad 4. Totus liquor tubi latioris non agit in liquorem tubi anguſtioris: ſed tantummodo columna hujus baſi reſpondens: reliquum enim fluidi a parietibus tubi, & baſis ſuſtinetur, hinc æquales ſunt utrobique baſes, conſequenter altitudines ſervabunt tantummodo rationem denſitatum reciprocam.

## ARTICULUS III.

### *De Fluidorum actione in ſolida.*

PROPOSITIO: *Si in quocunque fluido duæ concipiantur columnæ æqualis voluminis ſed inæqualis ponderis, deſcendet gravior, levioremque attollet.*

691. *Probatur.* Liquor graviori columnæ ſubjectus magis premitur verticaliter, nempe a graviori ſuperincumbente columna, quam prematur ad latera, ſcilicet a levioribus, ergo graviori columnæ ſubjectus liquor ad latera cedet, dabitque locum graviori columnæ deſcendenti, & leviores ſurſum protrudet.

692. *Coroll. I.* Columna levior tanta vi aſcendet, quantus eſt exceſſus ponderis in graviori columna ſupra leviorem: nam gravior columna ſuo deſcenſui obſtaculum offendit in ratione gravitatis minoris columnæ, ergo, eliſis contrariis, & æqualibus, viribus, columna gravior deſcendet, ac elevabit minorem vi ſuo exceſſui proportionali (*n.* 344.)

693.

693. *Coroll. II.* Cum solidum fluido immersum expellat e loco, quem occupat, volumen fludi sibi æquale, hinc si solidum immersum fluido fuerit specifice gravius, descendet vi æquali differentiæ gravitatum specificarum. Nam columna ex solido, & fluido compacta tanto est reliquis ejusdem fluidi columnis gravior, quantus est excessus gravitatis specificæ in solido supra fluidum, ergo vi huic excessui æquali descendet una cum solido (*n.* 692). Erit ergo respectiva gravitas solidi ponderosioris fluido immersi æqualis excessui gravitatum specificarum, proinde solidum tantum amittet ponderis, quantum est pondus æqualis fluidi voluminis.

694. *Corol. III.* Ex adverso si solidum specifice levius fluido immergatur, ascendet per fluidum tanta vi, quantum ejus gravitas deficit a gravitate æqualis fluidi voluminis.

695. *Corol. IV.* Solidum ejusdem cum fluido specificæ gravitatis in quocunque fluidi loco ponatur, quiescet: stat enim æquilibrium inter omnes columnas ob æqualem ipsarum pressionem.

696. *Corol. V.* Si solidum specifice levius fluido superponatur, faciet foveam, quæ tantum fluidi contineat, quantum requiritur ad ipsius solidi pondus æquandum. Nam columna, cui supernatat solidum, nequit habere cum lateralibus eandem gravitatem, ut cum ipsis stet in æquilibrio, nisi tantum amiserit fluidi, quantum est pondus immersi solidi, adeoque solidum foveam efficiet, quæ tantum fluidi contineat, quantum requiritur ad ipsius solidi pondus æquandum.

697. *Corol. VI.* Patet error Aristotelis, & Scholasticorum, qui putarunt liquida non gravitare in elemento proprio, idest aquam in aquam, aerem in aerem non gravitare, eo quia observarunt scitulam in aqua immersam nulla ferme vi sursum attolli, quousque intra aquam ver-

verſatur, nescentes herbas in stagnorum fundis erectas absque eo quod superincumbente aqua deprimantur: urinatores profunde in aqua demersos pondus aquæ non sustinere. Hæc enim omnia non a liquorum in elemento proprio levitate oriuntur sed ab æquilibrii legibus inter fluida, & solida, nunc expositis.

PROBLEMA I. *Determinare justa pondera navibus imponenda quin immergantur.*

698. *Resolutio.* Navis justo onere gravata ea censetur, cujus tota carina sub undis latet. Itaque navis penitus exonerata aquis innatet, observetur pars carinæ extans super aquam, atque per accuratam mensuram inveniatur quot cubicos aquæ pedes superextantis carinæ capacitas continere possit: numerus istorum pedum multiplicetur per 70, vel, ut aliis placet, per 72 (tot enim librarum æstimatur unus pes cubicus aquæ) productum dabit pondus mercium quibus navis justo onere gravanda est.

PROBLEMA II. *Fluidorum specificum pondus explorare*

699. *Resolutio.* Idem solidum diversis liquidis successive immittatur; tum notetur pondus, quod a solido in immersione ammittitur, hoc dabit specificum fluidi pondus.

700. *Corol.* Potest etiam pari modo explorari diverse specifica gravitas solidorum. Si nempe eidem fluido immergantur successive diversa solida æqualis voluminis, atque pondus, quod amittunt, notetur: proportio enim ponderum amissorum demonstrabit quantum solida sint fluido graviora (n. 693): nempe si unum solidum quartam sui ponderis partem amittet, erit quadruplo gravius fluido, si tertiam, erit triplo gravius fluido, unde primi gravitas ad secundi gravitatem erit ut 4. 3

601. *Scholion. Ut fluidorum specifica pondera innotescant, utuntur hydrostatici.* Hydrometro

vel

*vel* Areometro, *tubo nempe tenui vitreo in plures gradus distincto superne clauso hermetice, inferius autem uno, vel duobus communicantibus vitreis globulis instructo: in quorum infimo grana claudantur plumbi, vel portio mercurii, ut in immersione hydrometrum flet erectum. Quo fluidum est rarius, magis descendit hydrometrum.*

PROBLEMA III. *Invenire utrum partes fluidi superiores comprimant inferiores.*

702. *Resolutio.* Idem solidum filo suspensum in diversis fluidi altitudinibus immergatur. Notetur pondus a solido amissum in variis profunditatibus: si pondus amissum ubique sit idem, evidens est fluidum ubique eandem habere densitatem, ac consequenter partes inferiores a superioribus non comprimi, comprimerentur autem si amissum a solido pondus esset majus in majori profunditate, quam in minori (*n.* 693).

703. *Scholion. P. Franciscus de Lanis in vase altitudinis duorum pedum aqua repleto immersit globum vitreum, qui aquæ pondus 18 granis excedebat. Ad infimam aquæ profunditatem eundem globum ex crine equino pendulum demisit, observavitque grani semissem ulterius amisisse quod decrementum cum equino crini tunc prorsus aquæ immerso adscribi debeat (grani enim semissi extra aquam æquiponderabat), patet aquam inferiorem a superiore non comprimi. Non inde tamen inferas pro Scholasitcis liquida non gravitare in elemento proprio (n. 697): nam primo experimentum in minima altitudine factum fuit. Deinde id probaret ad summum, aquam esse compressionis incapacem, si enim aer inferior a superiori comprimitur, propterea quod compressionis est capax, cur idem non contingeret in aqua nisi majori vi compressioni resisteret?*

PROBLEMA IV. *Metalla adulterata distinguere a genuinis.*

704. *Resolutio.* Metalli genuini specificum pondus

[illegible]

funditatem immergatur, abſciſſo filo deſcendet, quia ſubjecta aqua, quæ ſuſtinere valet minus tribus aquæ pollicibus, non poteſt æquilibrari cum lamina tribus aquæ pollicibus æquiponderante. Itaque phænomeni ratio ex eo pendet, quod lamina ob imminens cylindrum, cujus inferiori orificio conjuncta eſt non circumdatur undique fluido, ſicuti exigunt hydroſtatices principia, ut abſolute deſcendat. Si tamen idem experimentum cum pari lamina aurea caperetur, deberet ad multo majorem profunditatem aquæ immergi, ut ab ipſa poſſet ſuſtineri, ut notat idem Graveſſandus, quia nempe cum ſpecifica aquæ gravitas ſit ad auri ſpecificam gravitatem ut 1 : 19, deberet aquæ columna 18 vicibus ſuperare laminæ craſſitiem ſua altitudine, ut cum ipſa æquilibrium obtineret.

707. *Phæn. II.* Si in aqua immergas quoſdam homunculos ex tenui vitro intus excavato confectos, in quorum utroque pede exiguum foramen habeatur, videbis primo eos aquæ innatare, nec omnes demergi. Si aqua in vitreo vaſe ſit clauſa, cujus orificium veſica tegatur, & veſicam digito comprimas; aſpicis homunculos ad aliquam profunditatem deſcendere, ad priorem altitudinem aſcendere, ubi digitum removeas. *Expl.* Deſcripti homunculi primo aquæ innatant, quia ſunt ipſa paullo leviores. Dum digito veſica premitur, aqua etiam premitur, unde guttæ aquæ pedum foramina ingredientes aerem ibi hoſpitantem expellunt; propterea graviores facti homunculi deſcendunt; ablato digito, ac ceſſante aquæ compreſſione, contentus aer ſe expandens aquam trudit e pedum foraminibus, hinc leviores facti homunculi aſcendunt.

709. *Phæn. III.* Cum Victorius Franciſcus Stancarius aerem extraheret a pheumatico recipiente, in quo ovum in vaſe aqua pleno recondebatur, obſervavit ovum circumdatum aeris bullulis fundum vaſis relinquere, ac in aquæ ſuper-

perficie innatare, inde ad fundum prolapſum fuit, unde interum aſcendit, atque reciprocus ovi aſcenſus & deſcenſus pluries accidit, cum hoc ſolum diſcrimine, quod prima vice aliquo tempore ovum aquæ innatavit, deinceps vero inter aſcenſum, ac deſcenſum nulla temporis mora fuit interjecta.

710. *Expl.* In ovum, cujus ſpecifica gravitas aquæ gravitatem vix ſuperat, inter experiendum aer inciderat, inde effectum fuit, ut aereæ bullulæ ipſis ſuperficiei adhærecentes una cum ovo volumen effecerint aqua ſpecifice levius, quod proinde debuit ab aqua attolli (*n.* 691). Quoniam autem velocitas in aſcenſu acquiſita maximam ovi partem ſupra aquæ ſuperficiem elevabat, bullularum pars aeri expoſita frangebatur. hinc ovum aqua gravius deſcendebat ad fundum, donec novæ adhærentes bullulæ ipſum elevarent. Prima tamen vice per aliquod tempus aquæ innatavit, quia bullulæ, quæ primum ovi aſcenſum promoverunt, bullulas ſubſequentes magnitudine ſuperabant.

711. *Phæn. IV.* Globus cereus aquæ frigidæ inſidet, ſi aqua calefiat, paullulum immergitur ſi aquæ calor augeatur, iterum attollitur.

712. *Expl.* Globus cereus eſt frigida aqua ſpecifice levior, unde ipſi debet innatare, aqua ope ignis fit rarior, unde ipſa incaleſcente globus paullulum immergitur; aucto nimium calore cera in majus expanditur volumen, hinc levior rurſus facta aſcendit.

713. *Phæn.* Homo in aquam cadens immergitur, poſtea per aquam aſcendit, qui reciprocus motus ter, quaterque iteratur, donec ſuffocatus ad fundum labitur, ubi cadaver per alquot dies quieſcit, ac demum aſcendens ſuper aquam ad inſtar ſuberis natat.

714. *Expl.* Homines natandi imperiti in aqua demerguntur primo ob caſum, quo impetum, ac majorem deſcendendi vim concipiunt: ſecundo ob inordinatam, & imperitam manuum

ac

ac pedum librationem, quæ auget præcipitium. Quia vero humanum corpus est aqua superfice levius, licet differentia sit admodum exigua, postquam sub aqua immersum fuit, ascendere debet, ac ratione præconcepti impetus altius ascendere, quam ejus levitas postulet, atque ita ascensus, & descensus reciprocus motus iteratur. Verum cum in homine natandi imperito aqua per nares, & os ingrediatur, condensatur aer in pulmonibus hospitans, imo & aliqua aeris pars e pulmonibus expellitur, quo fit, ut humanum corpus aqua fiat superfice gravius, & instar saxi ad fundum labatur. Tandem post aliquot dies aut in thorace inclusus superat vim fibrarum, quæ jam putrefieri cœperunt, & vasorum humores fermentescentes in caussa sunt, cur corpus intumescat, & levius aqua factum ad superiora ascendat, ibique instar suberis natet. Si vero rationem quætas cur bruta ex solo naturali instinctu multo facilius natent, quam homines? Respondet Nolletus; homines caput habere cerebro plenum; ideoque gravissimum relate ad corpus: propterea fit, ut in homine natandi imperito caput statim immergatur, & suffocatio sequatur. At in brutis relate ad corpus caput est multo levius, eo quod canalibus instruatur solo aere plenis, quod ex se aquis imminet; hinc bruta subjectas aquas pedibus calcantia, ab iisdem veluti fulcris sustinentur & spontaneo motu gradiuntur.

715. Simili modo explicatur, cur ligna plurima aquæ per aliquot dies innatent, postea ad fundum descendant: nempe aqua paullatim ligni prius vacuos, vel aere repletos poros ingreditur, unde ex ingressa aqua, & ligno fit volumen aqua superfice gravius, quod propterea descendere debet. Aqua vero congelata, dilatatur ab intrusis particulis salinis, unde fit volumen soluta aqua superfice levius, ut alibi dicetur: hinc solutæ aquæ innatat.

716. *Phæn. VI.* Pisces aqua graviores, per

ipsam

ipſam tamen ſurſum ac deorſum libere feruntur. Aves aere longe graviores quo volunt volant, & aliquando immotis alis per earem aſcendunt.

717. *Expl.* Piſces in ventre duplicem geſtant folliculum aere plenum, quem pro libito dilatant, vel conſtringunt. Cum conſtringunt, condenſatur incluſus aer, atque ad minus volumen eorum corpus contrahitur, quod propterea aqua ſuperfice gravius evadens deſcendit. Cum folliculum dilatant, rareſit aer, atque auctum piſcis volumen ſit aqua ſuperfice levius, conſequenter per ipſam aſcendit. Tandem, cum aer in folliculo clauſus certum quemdam obtinet ſtatum veluti medium inter ſummam condenſationem, & ſummam rarefactionem, fiunt piſces ejuſdem cum aqua ſpæcificæ gravitatis, hinc in quocumque fluminis loco quieſcunt. Id confirmat Borellus duplici Obſervatione. Primo: Oſtreæ, & Conchilia, aliique piſces hujuſcemodi folliculis deſtituti numquam per aquam aſcendunt, niſi a fluctibus jactati, ſed in fluminis fundo degunt. Secundo: cum cuidam piſci veſica in pneumatico recipiente fuiſſet diſrupta, integrum vixit menſem, nec unquam per aquam aſcendit, ſed ſemper in piſcinæ fundo ſerpentium more gradiebatur.

718. Avium volatus ita a Borello explicatur. Prius aves ſaltu e terra ſeſe extollunt, tum alis horizontaliter explicatis inferiorem aërem percutiunt, & comprimunt, a quo ope elaſticitatis ſeſe reſtituente, & quidem majori vi, quam ſit ſuperni aeris reſiſtentia, aves ſurſum impelluntur, atque ita replicatis aeris ictibus ad magnam altitudinem, veluti per continuatos quoſdam ſaltus aves attolluntur. Qnare ſi quando immotis alis aves ſurſum ferantur, id proficiſcitur ex præconcepta velocitate, quæ nonniſi per aeris reſiſtentiam poteſt ſucceſſive extingui.

719. *Phæn. VII.* Aqua eſt aere ſpecifice gravior,

vior, cum ſit ad ipſam fere ut 1000 : 1. Porro aquei vapores per aerem libere aſcendunt.

720. *Expl.* Aqua, dum in vapores abit, ita dilatatur, ut ſpatium occupet 14000 vicibus majus antecedente: hinc aere fit levior, quod alibi clarius explicabitur,

721. *Phæn. VIII.* Si accipias tabulam ex ebeno, quod lignum eſt aqua ſpecifice gravius, eamque ſiccam, & mundam levi manu ſupra aquæ ſuperficiem colloces, experiundo comperies eam non diſcendere, ſed aquæ innatare. Si autem hæc tabula, vel madida fuerit, vel intra aquam immergatur, ad fundum deſcendet.

722. *Expl.* Dum ſicca tabula ſupra aquæ ſuperficiem levi manu collocatur, primo ipſa aliquantulum deſcendit, itaut tota jaceat ſub aquæ libellam. Deinde ob tabulæ aſperitates circumfuſa aqua ita circum ipſius tabulæ oras ſuſpenſa manet, ut quoſdam veluti aggeres efformet ſenſibiliter altiores tabulæ ſuperficie, hinc totum ſpatium a ſuperficie tabulæ, & aquæ aggeribus comprehenſum aere repletum volumen cum tota tabula efficit ejuſdem ſpecificæ gravitatis cum aqua, propterea immota conſiſtit tabula. Cum vero tabula eſt madefacta, aut paullulum immergitur, prohibetur, ne circa ejus oras eleventur aquæ aggeres, propterea, utpote gravior pari aquæ volumine, deſcendit. Rem exemplo illuſtremus: ſi auri fruſtum aquæ imponas, illico deſcendet: at ſi ex eodem auro complanato vas cavum efformes, innatabit aquæ; vaſis enim latera impediunt aquæ ingreſſum in vaſis cavitatem; hinc ex vaſe, eique incluſo aere fit volumen aqua ſpecifice levius, quod propterea debet aquæ innatare. Simili modo de tabula ebeni loquendum. Hinc etiam intelliges, cur viridis fabæ putamen granis vacuum aquis innatet at ſi internus putamini muſcus abradatur, per aquam deſcendet; nempe a lanuginis aſperitate irretitus aer volumen componit cum cortice aqua levius, at abraſa lanugi-

ærem expellit aqua, & putamen aqua gra- descendit.

3. *Phæn. IX.* Salis particulæ ſunt aqua ſpe- graviores, & tamen per aquam undequa- diffunduntur. Laminæ cupreæ, bracteolæ ſubtiliſſimæ, acus chalibei, & alia id genus ra aquis innatant.

4. *Expl.* Iſtis corporibus adhærent plures particulæ, quæ eorum pondus comparative ſuam imminuunt. Accedit inertiam, & vim rentem aquæ reſiſtere, ne ejus particulæ entur, quæ vires à minimo metallicarum arum pondere ſuperari nequeunt. Eo vel s quod, dum metalla contunduntur, & in inas complanantur, minime eorum parti- a contactu recedant, unde evadunt rario- & ſpecifice leviora. Tandem horum corpu- rum figura minus apta eſt ad dividendam m; inde enim fit ut pulveres metallici de- lant quidem per aquam, non item vero me- cæ bracteolæ. Circa ſalinas particulas erit opportunior dicendi locus.

25. *Phæn. X.* Si in fundo vaſis lævigato a tabula collocetur, quæ ſit aqua ſpecifice r, tum infundatur aqua, tabula minime idet.

26. *Expl.* Non aſcendet tabula, ſi fundo ita reat, ut inter ipſam, & fundum aquæ intru- ſe nequeat, quo caſu nulla eſt cauſſa ta- m ſurſum attollens: at ſi inter fundum, & um circumfuſa aqua ingredi poſſit, cum ab inentibus columnis undique impellatur ad cenſum, elevabit tabulam ſuperficie levio- .

## ARTICULUS IV.

### *De fluidorum motu.*

127. Definitiones. *Lumen* vocatur apertura is, per quam effluit liquor. Inſtrumentum,

[illegible]
mu
pe
con
lanu
gi-

gine aerem expellit aqua, & putamen aqua gravius descendit.

723. *Phæn. IX.* Salis particulæ sunt aqua specifice graviores, & tamen per aquam undequaque diffunduntur. Laminæ cupreæ, bracteolæ auri subtilissimæ, acus chalibei, & alia id genus corpora aquis innatant.

724. *Expl.* Istis corporibus adhærent plures aeris particulæ, quæ eorum pondus comparative ad aquam imminuunt. Accedit inertiam, & vim cohærentem aquæ resistere, ne ejus particulæ separentur, quæ vires à minimo metallicarum laminarum pondere superari nequeunt. Eo vel magis quod, dum metalla contunduntur, & in laminas complanantur, minime eorum particulæ a contactu recedant, unde evadunt rariora, & specifice leviora. Tandem horum corpusculorum figura minus apta est ad dividendam aquam; inde enim fit ut pulveres metallici descendant quidem per aquam, non item vero metallicæ bracteolæ. Circa salinas particulas erit alibi opportunior dicendi locus.

725. *Phæn.* X. Si in fundo vasis lævigato polita tabula collocetur, quæ sit aqua specifice levior, tum infundatur aqua, tabula minime ascendet.

726. *Expl.* Non ascendet tabula, si fundo ita adhæreat, ut inter ipsam, & fundum aquæ intrudere se nequeat, quo casu nulla est caussa tabulam sursum attollens: at si inter fundum, & lignum circumfusa aqua ingredi possit, cum ab imminentibus columnis undique impellatur ad descensum, elevabit tabulam superficie leviorem.

## ARTICULUS IV.

### *De fluidorum motu.*

727. Definitiones. *Lumen* vocatur apertura vasis, per quam effluit liquor. Instrumentum,

vel clavicula ad aperiendum, vel obturandum, lumen dicitur *epistomium.*

728. *Jactus* fluidi est ejusdem rivulus cum aliquo determinato motu e lumine exiliens, qui ex vario luminum situ, & directione vel est *verticalis*, vel *horizontalis*.

729. *Scholion. Hydraulici in suis demonstrationibus plerumque assumunt vasa cylindrica, quorum scilicet proprietates & sunt magis notæ, & demonstrationibus aptantur facilius. Hæc vasa considerantur* constanter plena, *idest ad eamdem semper altitudinem repleta; quandoque ponuntur* non plena, *cum nempe sensim deplentur, & continua liquoris fluxione evacuantur.*

730. Aqua in canali superius aperto propria gravitate fluens dicitur *Flumen.*

734. Si aqua in aperto canali fluat uniformiter, itaut in eodem loco sit semper ad eamdem altitudinem, vocatur flumen *in statu permanenti.*

732. *Sectio fluminis* est planum secans ipsum flumen perpendiculariter ad ejus fundum, & ad motus aquæ directionem.

733. *Corollar.* Cum flumen ad latera terminatur planis inter se parallelis, & ad horizontem normalibus, ejusdem fundus est planum horizontale, vel inclinatum, sectio fluminis cum tribus hisce planis angulos efficit rectos, estque parallelogrammum. Erit vero semicirculus, si fluminis alveus sit cylindrus.

734. Flumen nuncupatur *regulare*, cujus alveus uniformi materia compingitur; fundus aut horizontalis est, aut æquabiliter inclinatus, & sectiones omnes forent inter se parallelæ, similes, & æquales, si aqua haberet ubique eamdem altitudinem. *Irregulare* vero dicitur flumen in horum aliquo deficiens, cujus v. g. fundus asperitatibus interrumpitur, alveus obliquis flexibus impeditur.

735. *Altitudo viva* aquæ est quæ non retardatur in pristino cursu, imo vero ab alterius

aquæ

aquæ ascensu augetur. Altitudo *mortua* habetur cum aqua in quiete persistit, ut contingit in stagnis, aut in cavitatibus inæqualis fundi.

736. *Percussio* fluminis est vis fluminis in motu positi contra obstacula.

737. *Origo* fluminis est aquæ receptaculum ex quo aqua per lateralem aperturam effluens in canalem incidit.

PROPOSITIO I. *In tubis diversæ altitudinis, sed ejusdem luminis, idest aperturæ, qui maneant constanter pleni, celeritates fluidorum pari tempore exeuntium sunt ut radices altitudinum.*

738. Veritas hujusce propositionis, quæ est unum ex præcipuis hydraulicæ fundamentis, nititur luculentissimis experimentis a Mariotto Castelli, Torricellio, Borello, Guglielmino, Nolleto, aliisqee habitis, ut proinde pro hydraulico axiomate haberi possit.

739. *Scholion. Caussam, unde producatur velocitas fluidi a vasis lumine exeuntis subduplicata altitudinis, Physici plures assignare tentarunt, idque ut obtinererent, in varias abierunt sententias, quas expositas, & confutatas videas in Hydrostatica P. Antonii Lecchi. Duas hic indicamus præcipuas. Varignonus censuit a pressione solius columnæ superincumbentis produci velocitatem in fluido exeunte altitudinis subduplicatam: concipe enim e vase altitudinis 4 pollicum exire aquam pressio totius columnæ erit ut 2, adeoque velocitas ut 2: vis enim aquæ fluentis est ut productum velocitatis in massam: massa autem sequitur rationem velocitatis, unde posita velocitate 2, & massa 2, vis erit ut 4, sive directe ut vis columnæ prementis. Hoc ratiocinium plures rejiciunt, quod falso supponat aquam subjectam in motu positam premi a superincumbente, a qua tamen aperto lumine statim separatur. Newtonus in aquæ descensu per vas*

*cylindricum putat efformari cavitatem ad instar coni habentis apicem infra foramen, basim autem in suprema aquæ superficie, atque hæc cavitas est celebris* catarracta nevvtoniana, *quam videmus in fluidis imperfectis, puta in melle, in adipe vix soluto, cera liquescente, in horologiis ex arena confectis &c. Cum igitur in hac cataracta quodlibet stratum descendat ea velocitate, qua descenderet per integram vasis altitudinem nulla alia vi, quam sua naturali gravitate animatum hinc velocitatem obtinebit altitudinis subduplicatam, sicuti in solidis libere cadentibus contingit (n. 520.). Huic opinioni objecit Manfredus istiusmodi experimentum: si suprema aquæ superficies rubro colore tingatur, videbimus hunc colorem aquæ exeunti non statim communicari, quod tamen eveniret, si effluentes particulæ a suprema liquidi altitudine descendissent. Sed legendus Levchi, qui postquam omnes circa hoc phænomenon sententias confutavit, concludit ab experientia quidem, non a ratione de eodem certos nos esse.*

740. *Coroll. I,* Si vas cyllindricum aperto in fundo lumine depleatur, spatia æqualibus temporibus a fluido percursa decrescunt ut numeri impares. Nam descrescente fluidi altitudine decrescunt velocitates, suntque eorum decrementa singulis tempusculis æqualia, ergo decrescent spatia, ut numeri impares; sicuti vi solidum sursum projiciatur, fit ex æqualibus velocitatis decrementis, ut ejus motus sit uniformiter retardatus, ac spatia descrescant secundum numeros impares ordine retrogrado (*n.* 513).

741. *Corol. II.* Sicuti, si solidum sursum projectum ea velocitate, quam primo momento acquisivit, sursum æquabiliter ascenderet, percurret spatium duplum ejus, quod motu retardato describit (*n.* 513): ita si fluidum in vasis depletione velocitatem primo acquisitam constanter retineret, conficeret spatium duplum ejus, quod motu retardato infra idem tempus percurrit, propterea in vase constanter pleno,

cæ-

cæteris paribus, exiet duplum fluidum, quo tempore aliud æquale vas motu retardato depletus.

PROPOSITIO II. *E duobus tubis conſtanter plenis, habentibus æqualem altitudinem, & æqualia lumina exibunt paribus temporibus æquales fluidi quantitates.*

*Probatur.* Nam celeritas utrobique æqualis eſt cum altitudines ſupponantur æquales (*n.* 738) item portiones fluidi ſingulis temporibus exeuntes æquales ſunt, cum lumina ſint æqualia, ergo æqales erunt quantitates fluidi paribus temporibus exeuntes,

743. *Coroll.* I. Ubi lumina fuerint inæqualia, altitudines autem æquales in vaſis conſtanter plenis, liquorum quantitates exeuntes pari tempore erunt ut ipſa lumina. Nam ſi concipiamus majus lumen in tot exigua lumina æqualia minori lumini alterius vaſis diviſum, exient per ſingula pari tempore fluidi quantitates æquales fluido exeunti per minus lumen alterius vaſis (*num.* 742), ergo quantitates fluidi pari temdore e majori lumine exeuntes ſimul ſumptæ erunt ad quantitatem profluentem e lumine alterius vaſis, ut totum lumen majus ad lumen minus.

744. *Coroll. II.* In vaſis ejuſdem altitudinis, & amplitudinis depletionum tempora ſunt inverſe ut foramina. Nam liquores effluentes ſunt directe ut foramina (*num.* 744): ſunt autem in hiſce vaſis pares fluidi quantitates, ergo citius replebuntur, quæ majus foramen habent, ergo tempora depletionum erunt inverſe, ut foramina. Si vero amplitudines forent inæquales, eſſent depletionum tempora in ratione compoſita ex directa baſium, & inverſa foraminum: cujus rei demonſtratio ſimilis eſt præcedenti (num. 743).

745. *Corollarium* III. Si vaſa habuerint æqualia lumina, inæquales autem altitudines, ac fue-

rint conſtanter plena, quantitates fluidorum exeuntium pari tempore erunt inter ſe in ratione celeritatum, adeoque ut radices altitudinum (*num.* 738). Nam quantitates pari tempore effluentes ſunt ut ſpatia percurſa, ſunt enim in hypotheſi fluida ut cylindri ejuſdem baſis, ſed diverſæ longitudinis, quæ longitudines, exprimunt ſpatia percurſa: ſed, quoniam hic ratio habetur inſtantanei motus per lumen, qui pro æquabili haberi poteſt, celeritates ſunt ut ſpatia (*num.* 281), ergo quantitates pari tempore exeuntes erunt ut velocitates, adeoque ut radices altitudinum (*n.* 738).

746. *Coroll. IV.* In hac hypotheſi depletionum tempora erunt ut radices altitudinum; ſive ut celeritates, ſi vaſa habuerint eamdem amplitudinem.

747. *Corol. V.* Si duo tubi conſtanter pleni habuerint altitudines, ac foramina inæqualia, erunt quantitates liquorum exeuntium pari tempore in ratione compoſita ex ſimplici luminum, & ſubduplicata altitudinis. Id clare ſequitur ex Corollariis I, III.

748. *Corol. VI.* Tempora evacuationum in duobus tubis diverſæ altitudinis, amplitudinis, & foraminis ſunt in ratione directa baſium, inverſa foraminum, & ſubduplicata altitudinum, uti ex propoſitis Corollariis manifeſto eruitur.

749. *Corol. VII.* In tubis ejuſdem altitudinis & luminis quantitates liquorum effluentium ſunt ut tempora: nam; ubi cætera paria ſunt, evidens eſt majores e luminibus exire fluidi quantitates pro majori tempore.

750. *Corol. VIII.* Sunt igitur quantitates effluentes in ratione compoſita temporis, luminum & velocitatum.

751. *Scholion. Ex fluidorum preſſione laterali cauſſam deſumpſit Sendrinus, cur fluida exeuntia per tubum lumini applicatum majorem habeant velocitatem. Cum enim vis, qua particulæ fluidi ad latera urgentur oblique motibus premant*

*par-*

particulas in foramen confluentes, ac convergentes, utque a recto deſcenſu detorqueat perpendicularem foramini columnam, ut patet ex contractione venæ exilientis, cujus diameter intra lumen eſt ad ejus diametrum 5$\frac{4}{5}$ ad 6$\frac{1}{2}$ quam proxime, ut obſervavit Nevvtonus, hinc fit, ut exeuntis fluidi velocitas nonnihil imminuatur. At applicato foramini tubo, applicati tubi latera determiuant aquam ad deſcenſum juſta perpendicularem directionem, adeoque ejus velocitas non impedita a laterali preſſione fit major. Rectius tamen obſervat VVolphius, applicato foramini tubo, altitudinem aquæ incumbentis, & exgreſſum ab orificio tubi proxime urgentis, majorem eſſe adeoque motum magis accelerari pro majori applicati tubi longitudine. Hinc enim explicabimus Mariotti experimentum, qui lumini trium linearum vaſis comprehendentis unum aquæ cubicum pedem applicavit tubum ſex pedes longum, & latum unum pollicem: tum obſervavlt vas ſecundis 37 depleri. Secto in medietate tubo evacuatum fuit vas ſecundis 45, ablato prorſus tubo ſecundis 95.

Supradicti non obſtant quædam contraria experimenta, puta illud Mariotti de duobus æqualibus tubis pertuſis luminibus inæqualis diametri e quibus quantitates effluentes non fuerunt in ratione luminum: nam ex lumine ſubquadruplo altero, pluſqaam quarta eodem tempore exivit liquoris quantitas. Item alia ejuſdem Mariotti, Poleni, & Papini pericula, e quibus edocemur quantitates liquorum ex iiſdem iuminibus effluentes pari tempore varias eſſe.

Nam, ut inquit VVolphius, Hydroſtatici in ſuis demonſtrationibus abſtrahunt ab omnibus obſtaculis accidentalibus, quæ irregularitatem inducere ſolent, quorum præcipua hæc ſunt. Primum ubi foramina vaſorum ſint admodum ampla, ingens cavitas incumbens foramini non ſubito impletur; hinc minor fit columnæ deſcendentis altitudo, ac conſequenter minor celeritas. Secun-

*do: varius impetus, quo fluidum vasi infunditur, ut maneat constanter plenum, diversam affluenti liquido velocitatem communicabit. Tertio: diversa liquorum cohæsio potest velocitatem fluidi vel retardare, vel accelerare, quatenus liquor exiens insequentem magis trahat, vel ab ipso retardetur. Quarto irregularitatem inducit varius attritus, quem impingendo in foraminis latera fluidi particulæ patiuntur. Quinto, pressio lateralis partium adjacentium obliqua directione perpendicularem columnam determinans ejus velocitatem turbabit. Sexto tandem, ut ait Gravessandus in ipsa mensura velocitatis error potest irrepere. Nam fluidum exiens circa foraminis latera ex attritu retardatur, non sic autem fluidum e foraminis centro prosiliens. His tamen omnibus non obstantibus si Mariotti, Guglielmini, & Peleni pericula invicem conferantur, elucebit mira, & constans naturæ lex, juxta quam celeritates liquorum effluentium sunt ut radix altitudinis.*

PROPOSITIO III. *Si aqua in tubo KE (fig. 72) descendens per lumen G verticale prosiliat, ad eam ascendet altitudinem, ad quam libella aquæ LN in vase ABCD consistit.*

552. *Probatur*. Namque aqua descendens per altitudinem NE acquirit celeritatem subduplicatam altitudinis (*num.* 277), quam acquireret solidum per eamdem altitudinem decidens: at solidum ex data altitudine decidens eam obtinet vim, ut mutata directione possit ad eamdem altitudinem ascendere, ergo etiam aqua per altitudinem NE descendens eam habebit vim, qua possit per lumen G ad libellam LN ascendere.

752. *Scholion. Experientia constat aquam ad minorem ascendere altitudinem, quam exigat libella aquæ in vase consistentis: id autem fit ob impedimenta, quæ offendit aqua ex attritu in vasis latera, tum etiam ex aeris resistentia, &*

ex-

*ex affrictu in tubo. Quibus impedimentis quomodo ſit occurrendum docuerunt Hydraulici quos inter legendus Mariottus* (Traité du mouvement des eaux part. 4.)

PROPOSITIO IV. *Jactus liquorum horizontaliter, vel oblique ſalientium fiunt per curvam parabolicam: atque eorum longitudines ſunt in ratione ſubduplicata altitudinum, ad quas ſupra lumina conſiſtit liquoris libella.*

754. Prima propoſitionis pars ex iis deſcendit, quæ de motu gravium ſolidorum, ſive horizontaliter, ſive oblique projectorum demonſtravimus ſupra (*n.* 500). Etenim ſaliens liquor in hoc caſu duplici ſollicitatur vi: ſcilicet vi impreſſa a columna ſuperincumbente, quæ ipſum æquabiliter propellit (de vaſe enim loquor conſtanter pleno) per lineam horizontalem, & vi gravitatis; qua ad lineam horizonti perpendicularem motu uniformiter accelerato cietur, adeoque curvam parabolicam deſcribere debet (*n.* 360).

755. Altera propoſitionis pars fit etiam ex dictis manifeſta. Siquidem ſi liquor ſolo impetu ſuperincumbentis columnæ ſolicitaretur ad motum, percurreret lineam horizontalem eo ipſo tempore, quo duplici actus vi parabolam deſcribit (*n.* 360): ergo cum ex illis viribus ſecundum horizontalem directionem aqua moveatur æquabiliter, ſpatia æquali tempore percurrenda, nempe recta horizontalis, quæ dat jactus longitudinem, erunt ut celeritates, quibus liquor erumpit e lumine (*n.* 282): atqui illæ celeritates ſunt in ratione ſubduplicata altitudinum (*n.* 738): ergo jactuum quoque longitudines erunt in ſubduplicata ratione altitudinum, ad quas ſupra lumina conſiſtit liquorum libella.

PROPOSITIO V. *Particularum aquæ per flumen decurrentium velocitates sunt ut radices quadratæ altitudinum e loco, in quo verſantur, ad ſuperficiem aquæ in origine fluminis contentæ.*

756. Propoſitio explicatione magis, quam probatione indiget. Scilicet aquæ particulæ per flumen decurrentes, moventur per planum inclinatum, cujus longitudo eſt fundus, altitudo vero eſt normalis ducta a quacumque aquæ particula ad planum horizontale, quod tranſeat per ſuperficiem aquæ in receptaculo, ſive in origine fluminis poſitæ: ergo celeritas, quam aquæ particula per hanc perpendicularem cadendo acquireret dat ipſius velocitatem per fluminis alveum, cum celeritates acquiſitæ ab eodem corpore per plani altitudinem, & longitudinem ſint inter ſe æquales (*n.* 538). Eſt autem hæc celeritas ut radix altitudinis (*num.* 510): ergo particularum aquæ per flumen decurrentium velocitates ſunt ut radices quadratæ altitudinum e loco in quo verſantur ad ſuperficiem aquæ in originæ fluminis contentæ.

757. *Corol.* I. Celeritates aquearum particularum ſunt minores, quo magis ad fluminis ſuperficiem accedunt, adeoque aqua fluminis inferior movetur celerius ſuperiori, niſi a fundi aſperitate, & reſiſtentia retardetur, quæ impedimenta cum locum non habeant reſpectu aquæ ſuperioris, propterea fit, ut media fluminis aqua maximam obtineat velocitatem.

758. *Corol.* II. Pro majori fluminum intumeſcentia major eſt aquæ velocitas; quandoquidem altior aqua majorem in ſubjectas particulas preſſionem exerit, quæ celerius protruſæ naturali tenacitate ſuperioribus adhærentes, ſecum abripiunt.

759. *Scholion. Pluribus aliis de cauſſis augeri poteſt fluminum velocitas: ſcilicet ex aquarum altitu-*

*altitudine, ex fundorum inclinatione, ex alveorum restricta latitudine, ex ventorum extrinseco impetu, ex repentino torrentium, ac pluviarum lapsu, ac tandem ex præconceptis viribus motricibus. Cum autem hæ caussæ nunc conspirent; nunc solitarie agant, propterea idem flumen variis subjacet celeritatum mutationibus.*

760. *Corol. III.* In determinanda aquæ copia, quæ per datam fluminis sectionem dato tempore transit, non sufficit observare sectionis latitudinem, & profunditatem, sed notandā sedulo est aquarum celeritas. Nam ubi cetera sint paria, quantitates liquorum exeuntium sunt in ratione celeritatum (*n.* 745). Hinc fieri potest, ut per eamdem fluminis sectionem major, vel minor aquarum copia pari tempore transmittatur, prout scilicet diversa est ipsarum velocitas.

761. *Scholion. Fluminis velocitas determinatur ope solidi in flumine immersi habentis eamdem cum aqua specificam gravitatem, hujus enim velocitas dat fluminis velocitatem. Quantitas vero aquæ fluentis dato tempore dignoscitur, si flumen sistatur repagulo, cui aptata fuerit cataracta rectangularis sursum mobilis; si enim postquam ad certam altitudinem intumuerit aqua elevetur cataracta, ut flumen desinat intumescere, cum non possit ad eam altitudinem permanere, quin quantitas aquæ effluentis affluenti sit æqualis, jam ex quantitate aquæ e cataracta inter datum tempus effluentis habebitur quantitas aquæ fluentis dato tempore.*

762. *Corol. IV.* Cum flumen aliquod in alterius alveum influit, non auget dimensiones recipientis proportionaliter ad dimensiones, quas influens habebat. Etenim pro aquarum aucta copia augetur & velocitas (*n.* 757, 758), propterea vel nullum omnino, vel admodum tenue fit dimensionum incrementum in recipiente. Hinc intelliges, cur in ramo Padi prope Venetias eadem sensibiliter dimensio perseveret etiam postquam in ipsum influit Panarus.

763. *Scholion. Sunt & aliæ caussæ, quibus fit ut in fluviorum unione augeatur aquarum velocitas. Primo enim, si aquam supponas per duos alveos effluentem, retardatur ipsius velocitas a quatuor riparum attritu, & irregulari in ipsas incursu, quæ resistentia multo minor evadit, si intra unum, eumdemque alveum aqua excurrat. Secundo flumina unita profundiorem sibi excavant alveum ratione majoris vis in fundum, adeoque crescente fluminis altitudine crescere debet, & aquarum velocitas (n. 757). At de his legendi Hydraulici; nobis enim hæc attigisse plusquam satis.*

*Finis Tomi secundi.*

# INDEX.

## SECUNDÆ PARTIS.

IN *Physicam Proœmium.* Pag. 3
*Physica Generalis Pars I. De Corpore generatim sumpto, ejusque principiis, & adfectionibus.* 6

CAPUT I.

*De Essentia physici Corporis generatim sumpti.* 7
Propositio I. *Corporis physici essentia constituenda non est actuali extensione, sive trina dimensione.* 8
*Audiuntur Cartesiani.* 9
Propositio II. *Actualis impenetrabilitas non est vera physici Corporis essentia.* 11
Propositio III. *Exigentia Impenetrabilitatis non constituit physici Corporis naturam.* ib.
*Solvuntur Objecta.* 16

CAPUT II.

*De corporum naturalium Principiis.* 13
Propositio I. *Prima Corporum sensibilium materies in particulis extensis, solidis, diversa figura, ac magnitudine præditis, exilissimis, homogeneis & naturaliter insecabilibus collocanda est.* 20
*Solvuntur contraria argumenta.* 23
Propositio II. *Naturalium compositorum Forma in varia tantummodo particularum combinatione, & textura est reponenda.* 32
*Audiuntur Scholastici.* 34

CAPUT III.

*De Corporum porositate, ubi de quantitate materiæ.* 40
Propositio I. *Omne Corpus sensibile ingenti pororum numero interrumpitur.* 41
Propositio II. *Materiæ quantitas in corpore*

est,

763. *Scholion.* *Sunt & aliæ cauſſæ, quibus fit ut in fluviorum unione augeatur aquarum velocitas. Primo enim, si aquam ſupponas per duos alveos effluentem, retardatur ipſius velocitas a quatuor riparum attritu, & irregulari in ipſas incurſu, quæ reſiſtentia multo minor evadit, si intra unum, eumdemque alveum aqua excurrat. Secundo flumina unita profundiorem ſibi excavant alveum ratione majoris vis in fundum, adeoque creſcente fluminis altitudine creſcere debet, & aquarum velocitas* ( n. 757 ). *At de his legendi Hydraulici; nobis enim hæc attigiſſe pluſquam ſatis.*

*Finis Tomi ſecundi.*

[illegible]

*est, ut factum ex volumine, & densitate.* 43

CAPUT IV.

*De Extensione,* 44

Articulus I. *De Extensione penetrabili, ubi de Spatio, Loco, & Vacuo.* 45

Propositio I. *Admitti in mundo debet penetrabilis extensio, in qua corpora recipiantur.* 46

Propositio II. *Vacua extensio, in qua corpora recipiuntur, idest spatium, est interminatum, indivisibile, immobile, aeternum, & improductum.* 47

*Solvuntur Objecta.* 49

Propositio III. *Spatium est quid a Deo, ejusque immensitate plane diversum.* 50

*Satisfit Adversariis.* 51

Propositio IV. *Spatium omnino vacuum non est impossibile.* 52

Propoſitio V. *Admitti in natura debet vacuum disseminatum.* 54

*Satisfit Objectis.* 60

Articulus II. *De Extensione solida, sive impenetrabili, ubi de materia divisibilitate.* 62

Propositio I. *Mathematicae demonstrationes ineptae sunt ad continui physici compositionem determinandam.* 66

Propositio II. *Inextensa nequeunt componere extensum.* 69

*Diluuntur Objecta.* 75

Propositio III. *Quamvis materia possit natura, vel arte dividi in partes mirae subtilitatis, non est tamen in infinitas partes physice divisibilis.* 82

CAPUT V.

*De Vi Inertiae.* 84

Propositio. *Omnia Corpora insitam habent inertiae vim, qua suum statum conservare nituntur: estque haec vis eorum massis di-*

re-

*recte proportionalis.* 85

*Audiuntur Adversarii.* 87

CAPUT VI.

*De vi Attractionis.* 89

Propositio. *Nevvtoniana attractio statui nequit veluti universaliſsima naturæ lex, sive communis materiæ proprietas.* 94

PHYSICÆ GENERALIS

*Pars Altera.*

*Mechanica. Sive de gravium tum solidorum, tum fluidorum motu.* 98

CAPUT I.

*De motus natura, existentia, variisque speciebus.* ib.

CAPUT II.

*De velocitate Corporum, & de spatiis percursis a Corporibus æquabiliter motis.* 101

Propositio. *In motu æquabili spatium adæquat productum, quod fit ex celeritate ducta in tempus.* 102

CAPUT III.

*De Motus quantitate, justaque virium æstimatione.* 104

Propositio I. *Quantitas motus, sive momentum est factum ex massa in celeritatem.* 105

Propositio II. *Vis viva corporum ex massa, & simplici velocitate æstimanda est.* 106

*Afferuntur nonnulla Leibnitianorum argumenta.* 107

CAPUT IV.

*De generalibus Naturæ Legibus.* 111

Propositio. *Principium Continuitatis figi nequit pro universaliſsima naturæ lege.* 112

*Solvuntur objecta.* 113

Lex I. *Nevvtoniana. Omne Corpus perseverat in suo statu quiescendi, vel movendi uniformiter, in directum (hoc est eadem celeritate, & secundum eandem directionem), nisi a causa externa ſtatum suum mutare cogatur.* 115

Sa-

*Satisfit Objectis.* 126

Lex II. *Nevvtoniana. Mutatio motus est vi, a qua pendet, proportionalis: fitque secundum rectam lineam, quâ vis illa imprimitur.* 122

Lex III. *Nevvtoniana. Actioni æqualis est & contraria reactio.* 123

*Audiuntur Adversarii.* 124

CAPUT V.

*De Virium, ac Motuum compositione, & resolutione.* 127

Propositio. *Si duæ vires ad angulum junctæ simul urgeant corpus, describet composito motu diagonalem parallelogrammi, cujus bina latera exprimant vires sollicitantes, & quidem eodem tempore, quo viribus separatis litera percurreret.* ib.

CAPUT VI.

*De Motu curvilineo, ubi de viribus centralibus.* 131

Propositio. *Si Corpus a duabus simul impellatur viribus, quæ relationem ad se continuo mutent, vel ratione directionis, curvam continuam describet.* ib.

CAPUT VII.

*De Motu reflexo, & refracto.* 134

Propositio I. *Vera reflexi motus caussa est vis elastica corporum congredientium.* 136

*Satisfit Objectis.* 137

*Leges reflexi motus.* 141

Lex I. *Corpus perfecte elasticum in planum perfecte elasticum perpendiculariter irruens, post ictum ad eam, ex qua descendit, altitudinem, reflexo motu resilit: itaut reflexionis velocitas & angulus incidentiæ velocitati, & angulo sint æquales.* ib.

Lex II. *Corpus perfecte elasticum in planum perfecte elasticum oblique irruens, reflectitur: suntque reflexionis velocitas, &* an-

angulus velocitatis, & angulo incidentiæ æquales. 141

Lex III. Corpus perfecte elasticum in planum perſecte elasticum, sed tamen æquabiliter motum, perpendiculariter incidens reflectitur oblique; estque reflexionis velocitas major incidentiæ velocitate, angulus autem reflexionis incidentiæ angulo minor. 142

Lex IV. Si corpus perfecte elasticum oblique cadat in planum perfecte elasticum actum æquabili motu conspirante cum horizontali irruentis corporis velocitate, reflectetur oblique, eritque reflexionis velocitas major incidentiæ velocitate; angulus vero reflexionis erit minor angulo incidentiæ. 143

Lex V. Si corpus perfecte elasticum in planum perfecte elasticum contrario horizontali motu actum oblique incidat, post ictum vario modo reflectetur, prout contrarius plani motus fuerit vel minor, vel æqualis, vel major horizontali irruentis corporis impetu. ib.

Caussa, & Leges refracti motus. 145

Propositio II. Si corpus ab uno ad aliud medium obliquo motu deferatur, itaut mutatio velocitatis in ipso contingat, refractionem sui motus subire necessario debet. ib.

## CAPUT VIII.

De Corporum collisione. 146

Leges pro conflictu corporum mollium. 147

Lex. I. Si corpus molle in aliud ejuſdem naturæ quiescens, vel in eadem directione tardius motum directe impingat, post ictum ambo instar unius movebuntur juxta percutientis directionem. ib.

Lex. II. Si duo Corpora mollia inæquali impetu ex oppositis partibus sibi directe incurrant, post ictum movebitur utrumque juxta vis præpollentis directionem. 148

Lex. III. Si duo Corpora mollia, & æqua-

lia

Lex. lia ex oppositis partibus æquali velocitate sibi directe incurrant: vel si duo corpora inæqualia, habentia tamen velocitates cum massis reciprocas in occursum veniant, post ictum ambo quiescent. ib.

Problema. *Datis duobus corporibus mollibus, eorumque cognita celeritate ante ictum, determinare ipsorum velocitatem post ictum.* 149

*Leges pro Conflictu corporum elasticorum.* ib.

Lex. I. *Si corpus A perfecte elasticum in aliud B ejusdem naturæ, sed quiescens, sibi æquale directe impingat, quiescet post ictum corpus A, corpus vero B movebitur percutientis directione, & celeritate.* 151

Lex. II. *Si corpus A perfecte elasticum in aliud B sibi æquale, ac in eadem directione segnius motum incurrat, post ictum ambo movebuntur juxta incurrentis directionem, velocitatibus tamen permutatis.* 152

Lex. III. *Si duo Corpora perfecte elastica, & æqualia ex oppositis partibus pari velocitate in occursum veniant, ad contrarias partes pari vi resilient.* 153

## CAPUT IX.

*De Gravitate, & Gravium motibus.* 154

Articulus I. *De physica Gravitatis caussa,* ib.

*Censura opinionis Aristotelicæ.* 156

*Censura hypothesis Cartesianæ.* ib.

*Censura sententiæ Gassendi.* 157

*Censura newtonianæ Attractionis.* 158

Articulus II. *De præcipuis Gravitatis phænomenis.* 160

Phænomenon I. *Corpora gravia, cujuscunque sint figuræ, magnitudinis, ac ponderis, libere sibi commissa æquali velocitate descendunt in medio non resistente, eodemque tempore æquale spatium metiuntur.* 161

Sa-

[illegible]

*ritatem, quam pari tempore acquireret per plani altitudinem demissum, ut altitudo plani ad longitudinem.* ib.

Propositio IV. *Spatium a gravi per planum inclinatum descendente descriptum est ad illud, quod idem corpus pari tempore in altitudine conficeret, ut plani altitudo ad longitudinem.* 185

Propositio V. *Tempus, quo grave decendit per planum inclinatum, est ad tempus, quo per altitudinem libere demissum descenderet, ut longitudo plani ad altitudinem.* 186

§. III. *De Motu gravium circulari in pendulis.* 187

Propositio I. *Si pendulum simplex SP (fig. 24.), attollatur in A. Atque ex A sibi relinquatur, descendet ad punctum infimum P, unde aſcendet in R per arcum æqualem, inde rursus descendet in P, & ex P ascendet in A, atque reciprocas oscillationes continuabit.* ib.

Propositio II. *Ejusdem penduli vibrationes exiguæ in arcubus circularibus, etsi inæquales, sunt tamen physice, & sensibiliter æquidiuturnæ.* 188

Propositio III. *Tempora oscillationum duorum pendulorum in similes arcus excurrentium ſunt inter se in ratione ſubduplicata longitudinis ipsorum pendulorum.* 189

Propositio IV. *In pendulis ejusdem longitudinis tempora oscillationum æqualium, sive per arcus æquales, sunt inverse, ut pendulorum gravitates.* 191

§. IV. *De motu gravium projectorum parabolico.* ib.

Propositio. *Corpus grave, sive horizontaliter, sive oblique projectum motu suo parabolam describit.* ib.

Pro-

Problema I. *Data obliqua projectione maximam describenda a projecto parabola altitudinem determinare.* 192

Problema II. *Data obliqua projectione maxima describenda a projecto parabola amplitudinem determinare,* 193

Articulus V. *De Centro gravitatis, ubi de gravium lapsu, & quiete.* 194

Problema I. *In quovis corpore mechanice determinare centrum gravitati.* 195

Problema II. *Determinare in duobus corporibus commune gravitatis centrum.* ib.

Propositio. *Si linea directionis a centro gravitatis alicujus corporis ducta extra cujus basim cadat, necesse est corpus labatur.* 196

C A P U T X.

*De artificiali per machinas gravium motu.* 197

Propositio. *Si eidem inflexili virga, duo appendantur pondera, celeritates in ratione distantiarum a centro motus.* 198

*De Vecte.* 200

Propositio. *In vecte heterodromo pondus manet cum potentia in æquilibrio, quoties distantia utriusque ab hypomoclio sunt reciproce, ut pondus ad potentiam.* 201

*Libra.* 205

*Axis in Peritrochio.* 208

*Trochlea.* 209

*Coblea.* 210

*De Plano inclinato, & Cuneo.* 212

*De Rotis Dentatis.* ib.

C A P U T XI.

*De Æquilibrio, ac Motu Fluidorum.* 213

Articulus I. *De Fluidorum pressione.* 214

Propositio I. *Fluidorum omnium particulæ sese mutuo premunt æqualiter deorsum, sursum, ad latera, ac versus omnem partem.* ib.

Exi-

*Eximuntur contrarii ſcrupuli*. 215
Propoſitio II. *Preſſio fluidorum in fundos vaſorum quorumcumque eſt, ut factum ex fundo in altitudinem perpendicularem*. 218
*Satisfit Objectis*. 220
Articulus II. *De Fluidorum Æquilibrio*. 226
Propoſitio I. *Si in duobus tubis communicantibus fluida homogenea eadem habuerint altitudinem, quieſcent in æquilibrio, quæcumque fuerint tuborum amplitudo, & inclinatio*. ib.
Propoſitio II. *In tubis communicantibus quibuſcumque fluida heterogenea æquilibrium obtinent, ſi altitudines habeant reciprocas cum gravitatibus ſpecificis*. 228
Articulus III. *De Fludiorum Actione in ſolida*. 231
Propoſitio. *Si in quocumque fluido duæ concipiantur columnæ æqualis volumnis, ſed inæqualis ponderis, deſcendet gravior, levioremque attollet*. ib.
Problema I. *Determinare juxta pondera navibus imponenda, quin immergantur*. 233
Probl. II. *Fluidorum ſpecificum pondus explorare*. ib.
Problema III. *Invenire utrum partes fluidi ſuperiores comprimant inferiores*. 234
Problema IV. *Metalla adulterata diſtinguere a genuinis*. ib.
*Explicantur nonnulla phænomena tradita hactenus doctrina in ſpeciem contraria*. 235
Articulus IV. *De Fluidorum motu*. 241
Propoſitio I. *In tubis diverſæ altitudinis, ſed ejuſdem luminis, ideſt aperturæ, qui maneant conſtanter pleni, celeritates flluidorum pari tempore exeuntium ſunt, ut radices altitudinum*. 243
Propoſitio II. *E duobus tubis conſtanter plenis habentibus æqualem altitudinem, &*

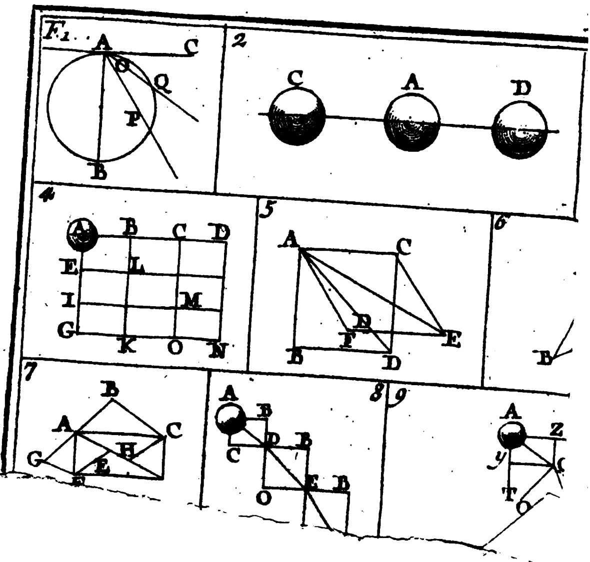
*æqua-*

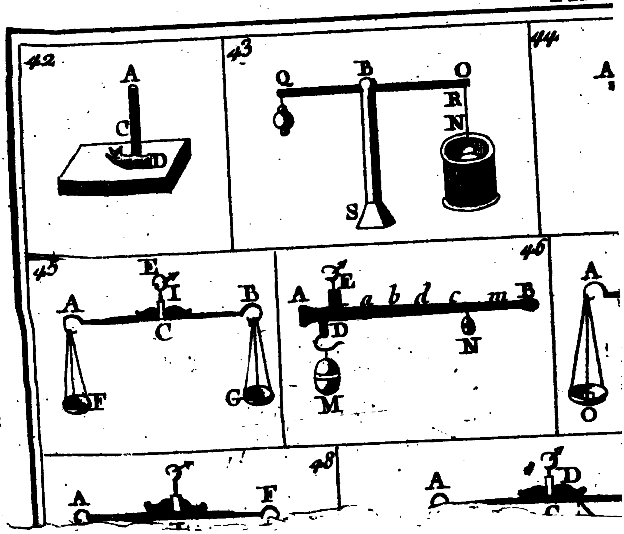
*æqualia lumina exibunt paribus temporibus æquales fluidi quantitates.* 245

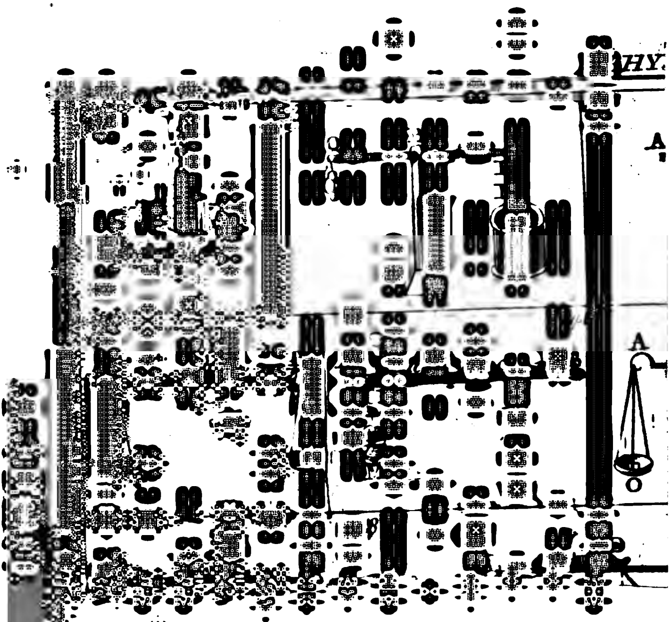
Propositio III. *Si aqua in tubo KF. (fig. 72.) deſcendens, per lumen G verticale proſiliat, ad eam aſcendet altitudinem, ad quam libella aquæ LN. in vaſe ABCD conſiſtit.* 248

Propoſitio IV. *Jactus liquorum horizontaliter, vel oblique ſalientium fiunt per curvam parabolicam: atque eorum longitudines ſunt in ratione ſubduplicata altitudinum, ad quas ſupra lumina conſiſtit liquoris libella.* 249

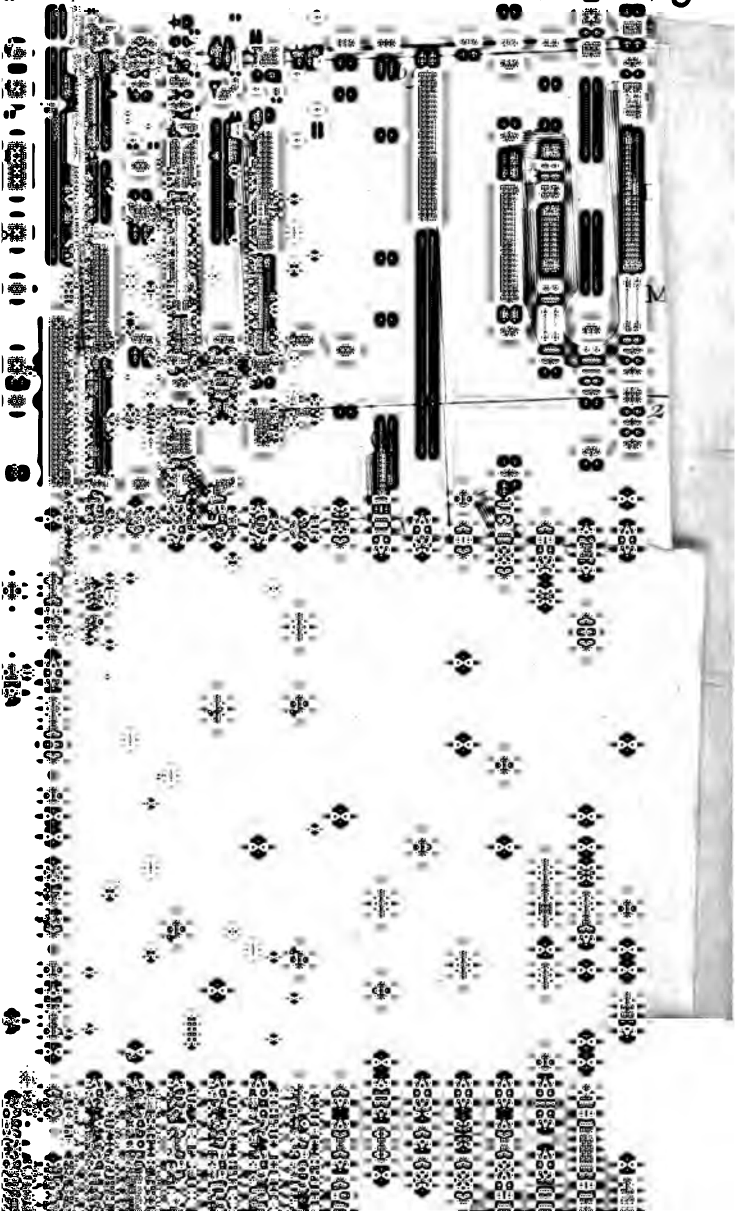
Propoſitio V. *Particularum aquæ per flumen decurrentium velocitates ſunt ut radices quadratæ altitudinum e loco, in quo verſantur, ad ſuperficem aquæ in origine fluminis contentæ.* 250


F1
A
C
O
Q
P
B
2
C
A
D
4
A
B
C
D
E
L
I
M
G
K
O
N
5
A
C
D
E
F
B
D
6
B
7
B
A
C
H
G
E
A
B
C
D
B
E
B
O
8
9
A
Z
y
T
O


42
A
C
D
43
Q
B
O
R
N
S
44
A
45
E
I
A
B
C
F
G
46
E
A
a b d c m B
D
N
M
A
O
48
A
F
A
D


HY
A
A
O

9



9